

INFLUÊNCIA DOS CICLOS DE REPROCESSAMENTO NAS PROPRIEDADES DE BIOCOMPÓSITOS COM FIBRAS VEGETAIS

Douglas Milan Tedesco¹
Denise Maria Lenz²

RESUMO

Neste trabalho, estudou-se a influência de cinco ciclos de reprocessamento, via moldagem por injeção, nas propriedades mecânicas de resistência à tração, ao impacto e à flexão, além da dureza de biocompósitos de matriz de polipropileno (PP) e de fibra vegetal de curauá nas concentrações de 10% e 20% em massa com 3% em massa de agente de acoplamento. A adição das fibras de curauá aumentou a dureza dos biocompósitos em relação ao PP puro e não foram observadas alterações significativas com o aumento do número de ciclos de reprocessamento, bem como nas resistências à tração e à flexão. A resistência ao impacto aumentou com a adição de fibra de curauá, porém há uma tendência na sua diminuição com o reprocessamento.

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

ABSTRACT

In this work, the influence of five injection moulding reprocessing cycles on mechanical properties of biocomposites of polypropylene (PP) matrix and curauá vegetable fibers was evaluated. Tensile, impact and flexural strengths, besides hardness were investigated in biocomposites processed with 10 wt% and 20 wt% of curauá fibers and 3 wt% coupling agent. The addition of curauá fibers has increased the hardness of the biocomposites with respect to neat PP and it was not significantly changed by increasing the number of reprocessing cycles as well as for tensile and flexural strengths. The impact strength has increased with the increasing concentration of curauá fiber up to 20 wt%, but there is a tendency to its decrease with reprocessing cycles increase.

Keywords: Biocomposites, curauá fiber, polypropylene, mechanical properties, recycling.

INTRODUÇÃO

Os biocompósitos termoplásticos formados por matrizes de poliolefinas com fibras vegetais têm atraído atenção nos anos recentes principalmente em aplicações aeroespaciais e automotivas, nas quais esses biocompósitos apresentam propriedades mecânicas

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Química da ULBRA – Bolsista PROBITI/FAPERGS

² Professora – Orientadora do curso de Química e do PPG Engenharia de Materiais e Processos Sustentáveis/ ULBRA (ppgemps@ulbra.br)

similares aos compósitos tradicionais de poliolefinas com fibras sintéticas como a fibra de vidro. Muitos pesquisadores já evidenciaram as vantagens do uso dessas fibras em substituição às fibras sintéticas em compósitos poliméricos. As fibras vegetais têm sido utilizadas como reforço em biocompósitos de matrizes poliméricas convencionais, pois aliam propriedades/características que vão de encontro ao forte apelo ecológico, como: baixo custo, baixa densidade, biodegradabilidade, o fato de serem atóxicas e não abrasivas aos equipamentos de processamento, possuírem boas propriedades térmicas e propriedades mecânicas específicas comparáveis às fibras sintéticas, tornando-as muito atrativas para a fabricação de biocompósitos (GUTIÉRREZ; DE PAOLI; FELISBERTI, 2012).

Mattoso, Ferreira e Curvello (1996) relatam que 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. 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 interesse no uso destes biocompósitos em várias aplicações tem sido influenciado pelas crescentes preocupações relacionadas às questões ambientais e de saúde. No entanto, os benefícios na sustentabilidade proporcionados pelo uso destes biocompósitos podem não ser suficientes se estes materiais não puderem ser reciclados. Com o objetivo de avaliar o potencial de reciclabilidade destes biocompósitos, torna-se uma prática habitual simular a reciclagem mecânica através de múltiplos ciclos de reprocessamento de modo a avaliar a durabilidade ou vida útil do material em questão (SOROUNDI; JAKUBOWICZ, 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento das propriedades mecânicas de tração, flexão e impacto, além da dureza, em biocompósitos de PP com fibras vegetais de curauá processados via moldagem por injeção em função do número de ciclos de reprocessamento. Assim, poderá ser realizada uma avaliação do potencial de reciclagem dos biocompósitos com fibras de curauá e estimar novas aplicações para este material.

MATERIAIS E MÉTODOS

O polímero polipropileno (PP) H-306 (Braskem) com um peso molecular médio (Mw) de 230000 g/mol foi usado como matriz do biocompósito. Polipropileno grafitizado com anidrido maleico (MAPP) com um peso molecular médio (Mw) de 97456 g/mol e contendo 1% em massa de anidrido maleico (Chemtura) foi usado em uma concentração de 3% em massa para promover uma melhor interação entre a matriz polimérica e a superfície da fibra. As fibras de curauá (Ituá Agroindustrial) foram tratadas com solução de NaOH 10% por um período de duas horas, lavadas com água em abundância, secas em estufa e moídas em moinho de facas (MGHS 2/230 SEIBT Máquinas) com peneira de malha de 7 mm. Visando o processamento deste biocompósito, pré-misturas (masterbatches) de todos os componentes foram realizadas através de moldagem de compressão em prensa hidráulica de bancada (Eka) em 150°C. Assim, pré-misturas de fibras de curauá, nas concentrações de 10 e 20 % em massa, junto com a matriz de PP e o agente de

acoplamento MAPP foram obtidas. Estas pré-misturas foram posteriormente moídas na forma de pellets em uma cortadora de plásticos SEIBT de forma a alimentar a máquina injetora HIMACO ajustada para um perfil de temperatura entre 160 e 180°C com curso de dosagem de 55 mm e pressão de injeção de 90 bar.. Após o primeiro ciclo de injeção, o biocompósito obtido foi moído e novamente injetado. Este método foi repetido até cinco ciclos de processamento.

Com o objetivo de caracterizar os biocompósitos com fibras de curauá, após cada ciclo de processamento, a dureza Shore dos mesmos foi determinada usando um durômetro Teclock GSD 702, conforme a Norma ISO 868 (2003) e as resistências à tração e à flexão foram realizadas em máquina universal de ensaios EMIC DL2000, operando de acordo com as Normas ASTM D638 (2003) e ASTM D790 (2010), respectivamente. A resistência ao impacto Izod com entalhe foi determinada usando um equipamento de teste de impacto marca Atlas Basic Pendulum modelo BPI, conforme Norma ASTM D256 (1997). Todos os testes foram realizados em temperatura ambiente. A morfologia das fibras de curauá e a análise da adesão na interface polímero-fibra foram investigadas em um microscópio eletrônico de varredura PHILIPS XL20.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 mostram os resultados obtidos para as propriedades de dureza, resistência ao impacto e resistência à tração dos biocompósitos, respectivamente, em função tanto do aumento no número de ciclos de processamento quanto da concentração de fibra de curauá (10% e 20% em massa).

Figura 1 – Dureza (Shore D) dos biocompósitos em função dos ciclos de reprocessamento e da concentração de fibra de curauá. Dureza polipropileno (PP) puro: 74 Shore D.

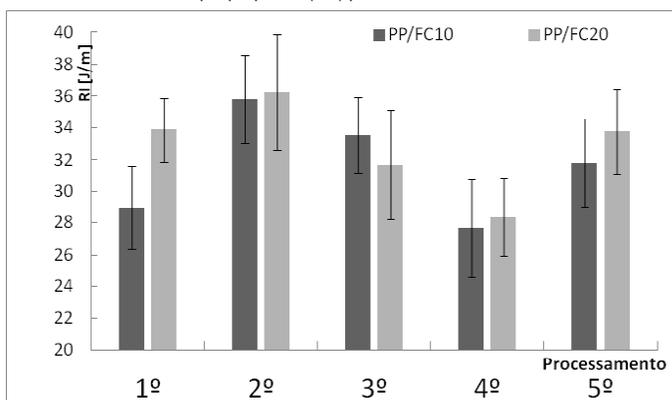


Figura 2 – Resistência ao Impacto (RI) dos biocompósitos em função dos ciclos de reprocessamento e da concentração de fibra de curauá. PP puro: 25,23 J/m.

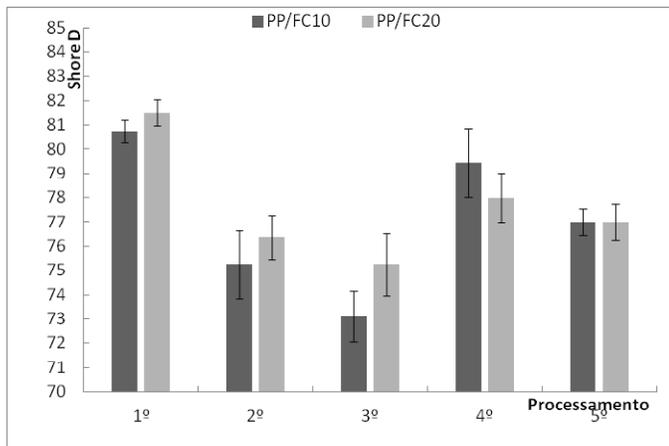
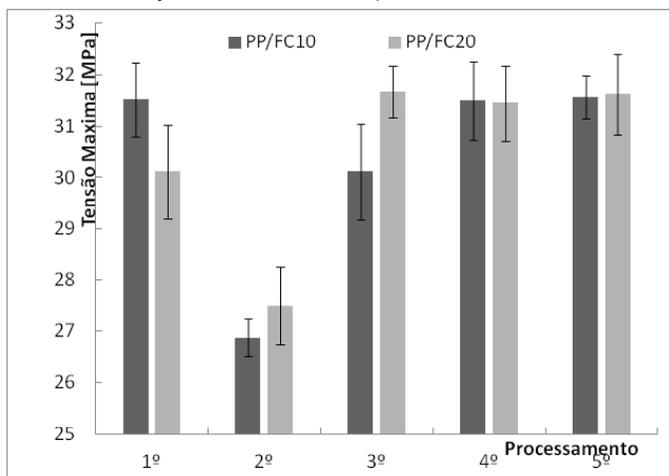


Figura 3 – Resistência à tração (resistência máxima) dos biocompósitos em função dos ciclos de reprocessamento e da concentração de fibra de curauá. PP puro: 32 MPa.



Conforme pode ser observado nas Figuras 1 e 2, a dureza e a resistência ao impacto dos biocompósitos aumentaram em relação ao PP puro e ambas propriedades mostraram uma tendência a aumentar com o aumento da concentração de fibra no biocompósito. No entanto, a resistência ao impacto mostrou uma tendência a diminuir com o aumento nos ciclos de reprocessamento e nenhuma alteração considerável pôde ser observada nos valores de dureza dos biocompósitos até os cinco ciclos de reprocessamento.

Com relação aos ensaios de tração, não foram observadas mudanças significativas nos valores da resistência à tração, levando-se em consideração os desvios padrões apresentados na Figura 3.

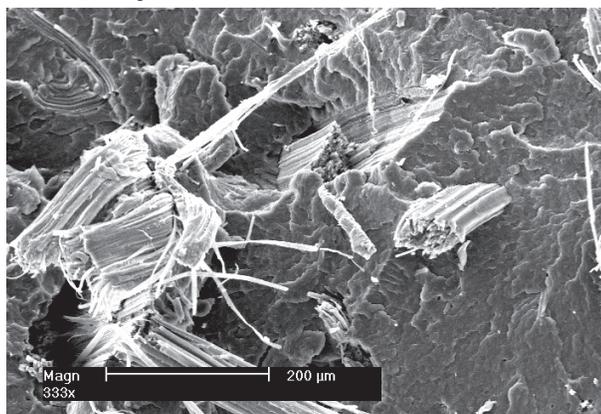
Da mesma forma, o aumento no número de ciclos de reprocessamento não alterou significativamente os valores de resistência à tração. Constata-se uma leve diminuição nesta propriedade no segundo ciclo de processamento, fato que não prossegue nos ciclos de processamento posteriores. Os resultados obtidos para os valores de resistência à flexão mostraram o mesmo comportamento da propriedade de resistência à tração. Hamnecker, Lenz e Rosa (2012) salientaram a importância da utilização de agente de acoplamento MAPP no sentido de promover a aderência entre a fibra vegetal e a matriz polimérica com conseqüente benefício nas propriedades mecânicas, como a resistência à tração do biocompósito. Assim, supõe-se que a concentração de agente de acoplamento utilizada neste trabalho não foi suficiente para produzir valores mais elevados de resistência à tração para o biocompósito.

Pode-se observar também, nos ensaios de tração, que a adição da fibra de curauá aumenta o módulo de Young e diminui o alongamento na ruptura. Neste caso, o comportamento destas propriedades nos biocompósitos em relação ao polímero puro indica que ocorreu um aumento da rigidez do biocompósito com o aumento da adição da fibra na concentração em até 20% em massa. Assim, pode-se dizer que a fibra está realmente atuando como um agente reforçante do PP.

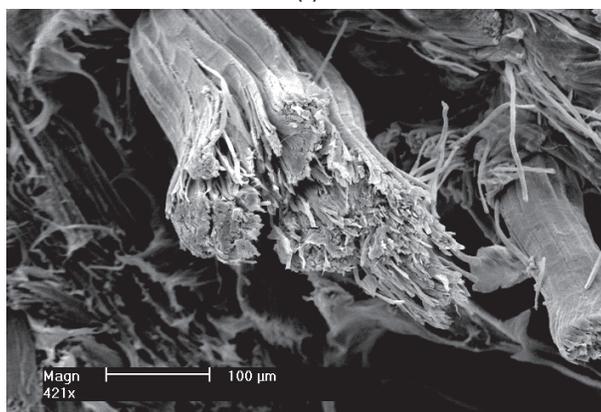
De acordo com Lopez et al. (2012), alguns biocompósitos podem ser reciclados (reprocessados) de cinco até dez vezes (dependendo da matriz polimérica) sem perda significativa de suas propriedades mecânicas. Adicionalmente, o uso das fibras vegetais conduz a um aumento no valor destas propriedades, propiciando a reciclabilidade destes biocompósitos.

As imagens geradas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) da seção transversal da fratura de corpos de prova dos biocompósitos com fibras de curauá submetidos à tração mostraram alguns pequenos vazios e descolagens, indicando que há, em algumas regiões, pontos fracos de adesão na interface polímero/fibra, mesmo na presença de 3% em massa de MAPP. As Figuras 4a e 4b evidenciam esta observação. Este fato vem corroborar aos valores de resistência à tração dos biocompósitos, os quais são similares ao PP puro. Se houvesse boa adesão entre o polímero e a fibra, os valores de resistência à tração seriam superiores aos do PP puro.

Figura 4 – Fotomicrografias eletrônicas de varredura da seção transversal do biocompósito submetido ao ensaio de tração: (a) fibra de curauá parcialmente aderida à matriz de PP e desfibração da mesma e (b) detalhe da fibra vegetal de curauá.



(a)



(b)

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a adição de fibras vegetais de curauá na matriz de PP proporcionou um aumento nas propriedades de dureza e resistência ao impacto, porém não afetou significativamente a resistência à tração em relação ao PP puro. Com o aumento do número de ciclos de reprocessamento, a resistência ao impacto apresentou uma leve tendência a diminuir, porém ainda acima dos valores de resistência ao impacto para o PP puro. Com relação aos valores de dureza e de resistência à tração dos biocompósitos, nenhuma alteração considerável pôde ser observada até o quinto ciclo de reprocessamento.

De acordo com os resultados obtidos, os biocompósitos de PP com fibras vegetais de curauá mostraram potencial para serem utilizados em muitas aplicações e podem ser reciclados até cinco vezes sem perda significativa nas suas propriedades mecânicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AMERICAN STANDARD FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM-D-256-97 - Standard test methods for determining the Izod pendulum impact resistance of plastics**. [S.l.]: ASTM, 1997.

AMERICAN STANDARD FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM-D-638-03 - Standard test methods for tensile properties of plastics**. [S.l.]: ASTM, 2003.

AMERICAN STANDARD FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM-D-790-10 - Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical and insulating materials**. [S.l.]: ASTM, 2010.

GUTIÉRREZ, M. C.; DE PAOLI, M.-A.; FELISBERTI, M. I. Biocomposites based on cellulose acetate and short curauá fibers: Effect of plasticizers and chemical treatments of the fibers. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, v.43, n. 8, p. 1338–1346, 2012.

HARNNECKER, F.; ROSA, D. S.; LENZ, D. M. Biodegradable Polyester-Based Blend Reinforced with Curaua Fiber: Thermal, Mechanical and Biodegradation Behaviour. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 20, n. 1, p. 237-244, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 868 – 2003/ Plastics and ebonite -- Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)**. [S.l.]: ASTM, 2003.

LOPEZ, J. P. et al. Recycling ability of biodegradable matrices and their cellulose-reinforced composites in a plastic recycling stream **Journal of Polymers and the Environment**, v. 20, n. 1, p. 96-103, 2012.

MATTOSO, L.H.C.; FERREIRA, F.C.; CURVELO, A. A S. Sisal fiber: morphology and applications in polymer composites, In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LIGNOCELLULOSICS-PLASTICS COMPOSITES, 1, 1996, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo, 1996.

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.

SOROUNDI, A.; JAKUBOWICZ, I.; Recycling of bioplastics, their blends and biocomposites: A review, **European Polymer Journal**, v. 49, n. 10, p. 2839-2858, 2013.