

POLIPROPILENO RECICLADO CARREGADO COM FIBRAS DE AÇAÍ

Clívia Danúbia Pinho da Costa

Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Guamá, Rua Augusto Corrêa, 01, CEP 66075-110 - Caixa postal 479 - Belém - Pará – Brasil, cdanubia@ufpa.br

Carmen Gilda Barroso Tavares Dias

Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Guamá, Rua Augusto Corrêa, 01, CEP 66075-110 - Caixa postal 479 - Belém - Pará – Brasil, cgbtd@ufpa.br

Resumo. *A reciclagem mecânica de plásticos é estrategicamente útil para as empresas, a sociedade e o meio ambiente. Especialmente quando se trata de polímeros de elevado consumo como o polipropileno (PP). O PP está entre os tipos de plásticos que se encontram em maior proporção no lixo urbano. Este polímero apresenta boas propriedades térmicas, químicas e elétricas, com resistência mecânica moderada. Tanto os tipos reforçados como os não-reforçados são aplicados em automóveis, aparelhos elétricos e domésticos. Neste trabalho, utiliza-se resíduos de PP reciclado para a fabricação de compósitos de matriz reciclada reforçadas com fibras naturais para que seja possível avaliar o grau de adesão interfacial entre os componentes do compósito.*

Palavras-chave: *resíduo urbano, polipropileno, adesão interfacial.*

1. INTRODUÇÃO

O acúmulo desequilibrado de resíduos plásticos, o baixo custo e a abundância de fibras naturais têm estimulado a utilização de fibras celulósicas como reforço em polímeros reciclados (Jayaraman, 2003 e Bhattacharyya, Bowis, Jayaraman, 2003).

A formação de um compósito baseado no reaproveitamento de fibras naturais e na reciclagem de polímeros resulta em um material ecologicamente correto; Jayaraman (2003).

O PP possui boas características para reciclagem, como, por exemplo, baixa temperatura de processamento; Jayaraman (2003). Além disso, apresenta grande importância comercial em relação à síntese, ao processamento e a aplicações finais proporcionando baixo custo na produção de artefatos de PP; Canevarolo (2000). As fibras naturais são biodegradáveis, renováveis, de baixo custo, baixa densidade e não abrasíveis; Wambua (2003).

Em geral, materiais termoplásticos carregados com fibra natural são resistentes, leves e podem ser reciclados mecanicamente; Jayaraman (2003). Entretanto, a principal desvantagem da utilização de fibras celulósicas como reforço para termoplásticos é sua alta percentagem de grupos hidróxidos e conseqüentemente sua alta polaridade (Bhattacharyya, Bowis, Jayaraman, 2003). Sendo assim, as fibras lignocelulósicas hidrofílicas não proporcionam boa aderência no PP, o qual é hidrofóbico. Dentre os métodos físicos e químicos utilizados para aumentar a adesão interfacial entre diferentes fibras naturais e a matriz, o polipropileno com anidrido maleico tem sido bastante utilizado como agente de acoplagem (Caraschi, 2000; Cantero et al, 2003; Suarez, Coutinho, Sydenstricker, 2003; Thwe & Liao, 2003 e Fung, 2003).

A interface é primordial no controle das propriedades mecânicas do compósito. Enquanto a interface age como um meio de transferência de carga da matriz para o reforço fibroso, a matriz

protege a fibra dos efeitos nocivos do meio ambiente. Este processo requer uma adesão eficiente da fibra com a matriz (Jayaraman, 2003 e Wambua, Ivens, Verpoest, 2003).

Os métodos mais utilizados na confecção de compósitos termoplásticos reforçados com fibras naturais são a extrusão e a moldagem por injeção. Entretanto, estas tecnologias requerem equipamentos de alto custo e tendem a degradar as fibras durante o processamento; Jayaraman, (2003).

A moldagem por compressão a quente que realiza o reprocessamento na fase de fusão é uma alternativa mais eficiente e econômica na recuperação de resíduos plásticos (Kartalis, Papaspyrides, Pfaendner, 2000).

Portanto, o principal objetivo deste trabalho é investigar a adesão interfacial em compósitos moldados por compressão de PP reciclado carregado com fibras do caroço de açaí.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material polimérico utilizado consiste de resíduos descartados de uso domésticos, obtidos por coleta seletiva antes da chegada aos lixos urbanos. Tais resíduos compreendem embalagens de PP para água pouquíssimas danificadas e contaminadas.

Após a coleta, os resíduos foram submetidos à reciclagem mecânica como meio de obter matrizes recicladas. As embalagens foram então limpas, fragmentadas, lavadas, secas e armazenadas para posterior transformação.

Como processo de conformação adotou-se a moldagem por compressão a quente. Para este processo, um molde de três placas foi especialmente confeccionado segundo a ABNT NBR 7143.

Os fragmentos de PP foram depositados no interior do molde os quais foram prensados em uma prensa manual e aquecidos em um forno elétrico à temperatura de amolecimento do PP por quinze minutos. Posteriormente, aumentou-se a pressão e manteve-se a temperatura por mais quinze minutos. Iniciou-se o resfriamento por convecção forçada e manteve-se a pressão até o arrefecimento do material.

Utilizou-se um disco de corte da ferramenta rotativa DREMEL para a padronização das matrizes recicladas em retângulos de 110 x 180 mm.

Para a caracterização física das matrizes utilizou-se o teste da espessura dos materiais flexíveis e o método ponderal de gramatura. O primeiro teste, verificou as variações dimensionais através de cinco medidas de espessura em cada filme utilizando um paquímetro digital. O segundo, controlou a qualidade dos filmes através do peso medido em uma balança digital BG 1000 com capacidade de 1000 g e precisão 0,01 g.

Fibras do caroço de açaí, resíduo industrial fornecido pela AMAZON DRY – Belém-Pa, foi utilizado como reforço do PP na forma de mantas. Estas mantas também foram caracterizadas pelos métodos acima descritos; Fagury (2004).

Os compósitos foram fabricados a 20% de fração volumétrica da fibra utilizando o mesmo processo da moldagem das matrizes. Entretanto, onze camadas alternadas de polímero e de fibra foram dispostas no interior do molde e aquecidos acima da temperatura de fusão do PP por trinta e sete minutos. Tempo suficiente para molhamento da fibra, em seguida, aumentou-se a pressão e manteve-se a temperatura por mais três minutos e por fim utilizou-se a convecção forçada para o arrefecimento do compósito, ainda sob pressão.

Baseado neste procedimento, um material reciclado de PP sem reforço foi fabricado para futuras comparações das propriedades mecânicas com o PP reforçado.

Obtido placas de dimensões 6 x 110 x 180 mm de compósito e de PP reciclado puro, retirou-se corpos de prova para o ensaio de impacto CHARPY segundo a ASTM D5942. O ensaio de impacto foi realizado num pêndulo GUNT - WP410. Após o ensaio mecânico, as superfícies de fratura foram avaliadas quanto à aderência entre polímero reciclado e a fibra natural através das imagens do microscópio eletrônico de varredura (MEV) LEO modelo 1450 VP.

3. RESULTADOS

As matrizes recicladas indicaram bom nível de moldagem visto que adquiriram a forma do molde ainda sob a temperatura de amolecimento.

A Fig. (1) representa a resistência ao impacto do PP reforçado e não reforçado. O ensaio realizado com o PP reforçado apresentou maior resistência ao impacto (41 kJ/m^2) comparado ao PP sem reforço (18 kJ/m^2). Em termos de resistência específica, estes valores indicam que o PP reforçado é bem mais resistente ao impacto do que o PP não reforçado.

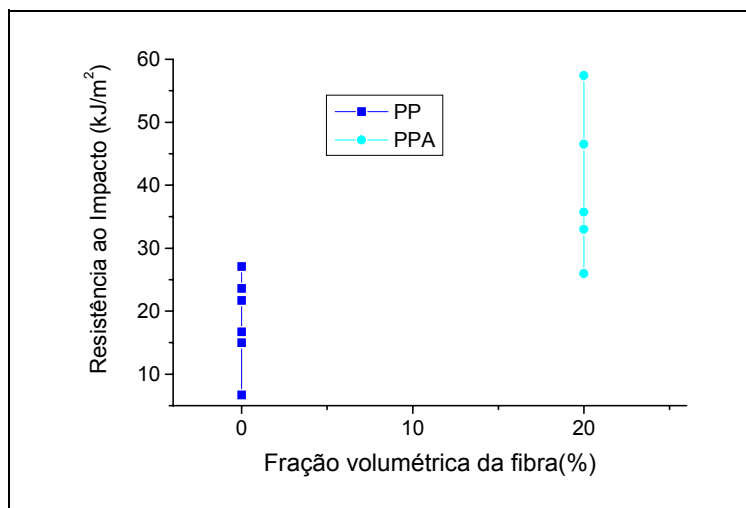


Figura 1- Resistência ao Impacto do PP reforçado e não reforçado.

A imagem do MEV observada na Fig. (2) mostra o aspecto geral do rompimento da fibra junto ao PP. Observa-se boa adesão entre os componentes do compósito, visto que, após a fratura as fibras permaneceram aderidas a matriz. Contudo observam-se algumas áreas em que a adesão não foi suficiente para impedir o arranque da fibra o que pode ser identificado pelas cavidades escuras.

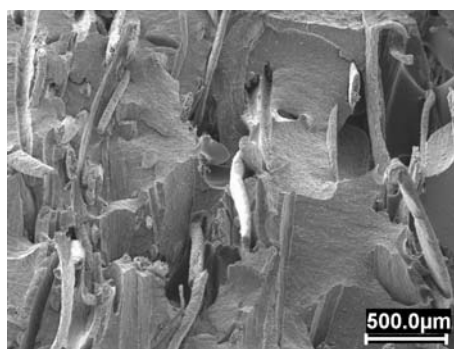


Figura 2 – Vista geral da superfície de fratura PP reforçado com fibra do caroço de açaí.

A boa resistência ao impacto apresentada na Fig. (1) ocorreu graças à adesão interfacial eficiente observada em grande parte da superfície de fratura do compósito. Tais áreas podem ser representadas pelo detalhe da Fig. (3).

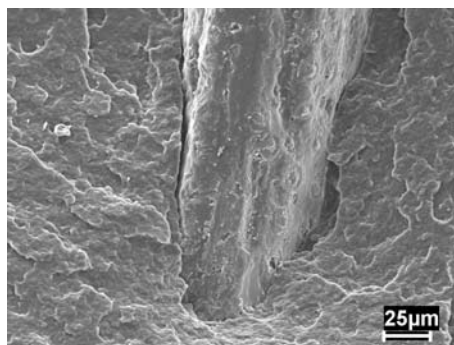


Figura 3 – Detalhe da adesão interfacial entre a matriz e o reforço após a fratura.

A eficiente interação entre fibra e matriz também pode ser representada através do detalhe da Fig. (4). Nesta imagem, pode-se observar que o arranque do reforço deixou vestígios de elementos da fibra na matriz de PP.

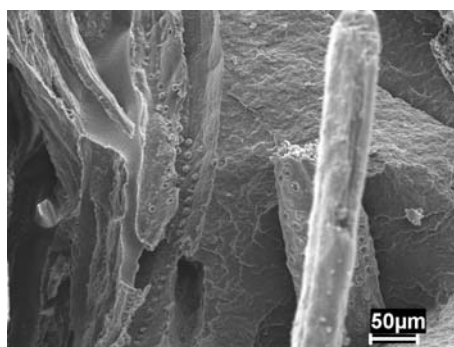


Figura 4 – Detalhe da superfície de fratura entre matriz e reforço.

4. DISCUSSÃO

Comparativamente, a resistência ao impacto obtida do PP reforçado com a fibra de açaí, 41 kJ/m^2 , foi superior aos valores citados com reforço de fibra de juta, 17 kJ/m^2 , e de sisal, 25 kJ/m^2 ; Wambua (2003). Embora as fibras naturais tenham muitas vantagens em relação às sintéticas, os valores de resistência ao impacto do PP reforçado não superam os valores obtidos com os da fibra de vidro (54 kJ/m^2).

Os valores de resistência ao impacto encontrados devem-se a boa adesão interfacial fibra/matriz. Isto porque os vestígios de elementos da fibra remanescentes na matriz de PP vistos na Fig. (4) são corpos hidrofóbicos que revestem naturalmente a fibra do caroço de açaí. Esses corpos hidrofóbicos estão presentes exclusivamente em fibras de frutos, inexistentes em fibras de caule e folha como as de juta e de sisal. Outra vantagem do uso das fibras do caroço de açaí é que dispensam o uso de agentes de acoplagem. Além do mais, o processo de moldagem por compressão a quente contribuiu para a obtenção de um compósito de baixo custo sem degradação da fibra.

5. CONCLUSÕES

As fibras do caroço de açaí representam uma nova alternativa para reforço do PP. Os resultados experimentais encontrados de resistência ao impacto do compósito são superiores aos obtidos com reforços de outras fibras naturais, devido à boa adesão interfacial.

O processo de moldagem por compressão a quente adotado é uma solução simples, de baixo custo e ecologicamente correta de recuperação de resíduos.

6. REFERÊNCIAS

- BHATTACHARYYA, D.; BOWIS, M.; JAYARAMAN, K., 2003, "Thermoforming woodfibre-polypropylene composite sheets", *Composites Science and Technology*, Vol. 63, pp. 353-365.
- CANEVAROLO, S. V., 2000, "Chain scission distribution function for polypropylene degradation during multiple extrusions", *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 70, No. 1, pp. 71-76.
- CANTERO, G.; ARBELAIZ, A.; PONTE-LLANO, R.; MONDRAGON, I., 2003, "Effects of fibre treatment on wettability and mechanical behaviour of flax/polypropylene composites", *Composites Science and Technology*, Vol. 63, pp. 1247-1254.
- CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L., 2000, "Mechanical properties of curaua fiber reinforced polypropylene composites", *Proceedings of the Third International Symposium on Natural Polymers and Composites – ISNaPol 2000, and the Workshop on Progress in Production and Processing of Cellulosic Fibers and Natural Polymers*, São Paulo. pp. 450-453.
- FAGURY, R. V. G., 2004, "Seleção de Fibras Naturais para a Fabricação de Compósitos", *Dissertação em desenvolvimento. (Mestrado em Materiais e Processos) - Universidade Federal do Pará, Belém-Pa.*
- FUNG, K. L.; XING, X. S.; LI, R. K. Y.; TJONG, S. C.; MAI, Y.-W., 2003, "An investigation on the processing of sisal fibre reinforced polypropylene composites". *Composites Science and Technology*, Vol. 63, pp. 1255-1258.
- JAYARAMAN, K., 2003, "Manufacturing sisal-polypropylene composites with minimum fibre degradation", *Composites Science and Technology*, Vol. 63, No. 3-4, pp. 367-374.
- KARTALIS, C. N.; PAPASPYRIDES, C. D.; PFAENDNER, R., 2000, "Recycling of post-used PE packaging film using the restabilization technique", *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 70, pp. 189-197.
- SUAREZ, J. C. M.; COUTINHO, F. M. B.; SYDENSTRICKER, H., 2003, "SEM studies of tensile fracture surfaces of polypropylene sawdust composites", *Polymer Testing*, Vol. 22, pp. 819-824.
- THWE, M. M.; LIAO, K., 2003, "Durability of bamboo-glass fiber reinforced polymer matrix hybrid composites", *Composites Science and Technology*, Vol. 63, pp. 375-387, 2003.
- WAMBUA, P.; IVENS, J.; VERPOEST, I., 2003, "Natural fibres can they replace glass in fibre reinforced plastics", *Composites Science and Technology*, v. 63, n. 9, p. 1259-1264.

7. DIREITOS AUTORAIS

RECYCLED POLIPROPILENO LOADED WITH ASSAI FIBERS.

Clívia Danúbia Pinho da Costa

Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Guamá, Rua Augusto Corrêa, 01, CEP 66075-110 - Caixa postal 479 - Belém - Pará – Brasil, cdanubia@ufpa.br

Carmen Gilda Barroso Tavares Dias

Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Guamá, Rua Augusto Corrêa, 01, CEP 66075-110 - Caixa postal 479 - Belém - Pará – Brasil, cgbtd@ufpa.br

Abstract. *Recycling of plastic materials is strategically very important for the environmental policy of industry. This is especially true for high consumption plastics as polypropylene (PP). This polymeric one presents good thermal properties, chemistries and electric, with moderate mechanical resistance. So much the types reinforced as non-reinforced they are then applied in automobiles, electric and domestic apparels. In this work, it is used residues of PP recycled for the production of composites of recycled head office reinforced with natural fibers so that it is possible to evaluate the degree of adhesion interfacial among the components of the composite.*

Key-words: *urban residue, polipropileno, adhesion interfacial.*