



13º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS



NATAL - RN
18 a 22 de outubro de 2015

COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO RECICLADO E PÓ DE COCO

Bianca B. dos Santos^{1*}(M), Marysilvia F. da Costa¹ e Rossana M. da S. M. Thiré¹

1 - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, bianca@metalmat.ufrj.br

Resumo: Os impactos ambientais provocados pelo descarte de plásticos motivam a busca por novas alternativas. A reciclagem de polímeros acarreta na degradação de suas propriedades mecânicas, que podem ser alteradas pela adição de cargas. Nesse trabalho, foram produzidos compósitos de polipropileno originário de copos descartáveis reforçados com 2%, 5% e 10% de pó de coco, com e sem a presença de aditivos. Eles foram caracterizados por ensaios de tração, difração de raios X, calorimetria diferencial de varredura e microscopia eletrônica de varredura na superfície de fratura. Constatou-se a eficácia da adição de pó de coco no melhoramento do módulo de elasticidade do polipropileno reciclado além da efetividade dos aditivos usados na promoção da adesão do pó à matriz. Teores mais elevados de pó de coco ocasionaram, entretanto, o surgimento de bolhas de ar no interior do material, contribuindo para sua fragilização. A adição do pó de coco promoveu também uma diminuição no grau de cristalinidade.

Palavras-chave: *compósitos com reforços naturais, pó de coco, polipropileno, reciclagem.*

Coir Dust Reinforced Recycled Polypropylene Composites

Abstract: The environmental impacts caused by disposed plastics encourage the search for new alternatives. Recycling polymers leads to the degradation of their mechanical properties, which can be modified by the addition of fillers. In this paper, recycled polypropylene from plastic cups with 2%, 5% and 10% of coir dust were produced with and without the addition of additives. These composites were characterized by tensile tests, X-ray diffraction, differential scanning calorimetry and scanning electron microscopy on the fracture surface. It was verified the effectiveness of the addition of coir dust in improving the elasticity modulus of recycled polypropylene besides the effectiveness of additives used in promoting the adhesion of the powder to the matrix. However, higher levels of coir dust caused the appearance of air bubbles inside the material, which contributed to its embrittlement. The addition of coir dust promoted a decrease in the degree of polypropylene crystallinity.

Keywords: *natural filler composite, coir dust, polypropylene, recycling.*

Introdução

A preocupação com os danos causados pelo homem ao meio ambiente é crescente. Por isso, tem-se investido muito em pesquisas relacionadas à reciclagem de produtos e utilização de fontes renováveis em aplicações tecnológicas, buscando o uso e a criação de materiais que reduzam esses estragos causados. É possível perceber essa mudança de mentalidade em diferentes níveis da sociedade: as empresas começam a se responsabilizar não apenas pela fabricação e venda de seus produtos, mas também pelo seu destino final e cada vez mais a separação de materiais na hora de seu descarte para posterior reciclagem faz parte da nossa rotina.

Materiais plásticos contribuem muito para redução da vida útil dos aterros sanitários, uma vez que, além de ocuparem um grande volume do mesmo, demoram muito tempo para se degradar. O polipropileno, por seu baixo custo, disponibilidade e pelas suas propriedades físicas, é um termoplástico de aplicação geral muito usado industrialmente, estando presente de forma significativa entre os materiais plásticos descartados. [1]

Uma excelente alternativa para minimizar esse problema é a reciclagem destes materiais, reprocessando-os e transformando-os assim em novos produtos. A reciclagem de plásticos gera, entretanto, uma natural perda de suas propriedades, que já haviam começado a se deteriorar na sua fabricação e ao longo de sua utilização até seu descarte.

A adição das cargas corretas em quantidades apropriadas promove a melhora das propriedades mecânicas do polímero, expandindo suas possíveis aplicações. Esse material formado é conhecido como material compósito e normalmente se adiciona como carga, uma fibra sintética. [2,3]

Nas últimas duas décadas, as fibras naturais receberam uma atenção considerável como um substituto para fibras sintéticas como reforço em plásticos. Esse tipo de reforço oferece vantagens econômicas e ambientais em relação aos reforços inorgânicos, pois possuem baixo custo, grande disponibilidade, desgastam menos os equipamentos e são biodegradáveis. O coco é largamente produzido no Brasil e a utilização da fibra retirada de sua casca além de possibilitar a produção de um material de baixo custo, também ajuda na redução do lixo sólido. [4, 5 -6, 7]

Esse trabalho teve por objetivo desenvolver um compósito utilizando polipropileno reciclado reforçado com pó de coco, com intuito de melhorar as propriedades já deterioradas desse polímero. Em seguida, foi feita a caracterização das propriedades físicas e químicas deste compósito, analisando a influência de diferentes teores de pó de coco e da presença dos aditivos.

Experimental

Materiais

O polipropileno proveio da reciclagem de copos descartáveis brancos usados. O pó de coco foi fornecido pela indústria de processamento de fibras de coco DILIMP. Os aditivos: CESA NOX 210009 IRGAFOS 168FF e CESA NOX 112271 IRGANOX 1010FF (antioxidante) e CESA MIX 244601 (compatibilizante), foram fornecidos pelo Clariant.

Preparação Do Polipropileno

Os copos de polipropileno usados foram lavados apenas com esponja e água para evitar o descarte de produtos químicos, causando o menor impacto possível ao meio ambiente. Depois de secos, foram então moídos em um moinho de facas tipo Wyllie de 2 CV de potência até um tamanho necessário para uma adequada homogeneização na extrusora.

Preparação Do Pó De Coco

O pó de coco foi seco na estufa a 105°C e então moído em copos de aço inox em moinho planetário durante trinta minutos com uma rotação de 208 RPM, utilizando esferas de aço inox com diâmetro de 3 mm. Em seguida, ele foi peneirado com peneira de malha 0,212 mm e auxílio de um agitador contínuo por dez minutos. O pó de coco secou novamente na estufa a 105°C por pelo menos 16 horas antes da extrusão com intuito de reduzir ao máximo a presença de umidade na superfície do pó durante o processo.

Extrusão

A extrusão foi realizada com o perfil de temperaturas de 170°C nas zonas 1 e 4 e de 180°C nas zonas 2 e 3. O PP a ser extrudado foi dividido em dez porções iguais que eram misturadas ao aditivo e ao pó de coco imediatamente antes de serem colocados na extrusora, para garantir a uniformidade de alimentação. Foi feita a extrusão de PP contendo 0%, 2%, 5% e 10% de pó de coco, com e sem aditivos. Em todos os corpos de prova com aditivos, adicionou-se o mesmo teor em peso de cada um, quantidades indicadas pelo fabricante: 0,5% CESA NOX 210009 IRGAFOS 168FF, 0,5% CESA NOX 112271 IRGANOX 1010FF e 3% CESA MIX 244601.

O material foi extrudado em forma de macarrão, que em seguida foi cortado em forma de péletes com o auxílio de uma picotadora.

Moldagem Dos Corpos De Prova

Após um ajuste das condições de processamento, realizado com 5% de pó de coco e PP em temperaturas entre 190°C e 195°C, pressões de 3 a 6 toneladas. Considerando os valores do módulo de elasticidade e do limite de resistência e a menor presença de bolhas, concluiu-se que a moldagem

a 190°C e 5 ton conduziu à melhor combinação de propriedades. A partir daí, foram moldados nessas condições, corpos de prova de PP puro e com 2%, 5% e 10% de pó de coco de três formas diferentes:

Grupo 1: corpos de prova sem aditivos, com pré-aquecimento a 120°C em estufa a vácuo.

Grupo 2: corpos de prova com aditivos, com pré-aquecimento a 120°C em estufa a vácuo.

Grupo 3: corpos de prova com aditivos, com pré-aquecimento a 150°C em estufa a vácuo.

Logo após serem retirados da primeira prensa, foram levados à prensa de circulação de água para o resfriamento a 60°C durante 10 minutos.

Caracterização do compósito

Para a caracterização termomecânica dos compósitos produzidos e avaliação da influência, adesão e dispersão da carga, foram realizados os seguintes ensaios, com seus respectivos objetivos e parâmetros utilizados:

- Ensaio de tração segundo a norma ASTM D638, utilizando as especificações para o corpo de prova Tipo I, visando à obtenção das propriedades mecânicas do material.

- Difração de raios-X para o cálculo e análise da influência do pó de coco no grau de cristalinidade do compósito. A medição foi feita ao longo de uma região angular de 10° a 80° (2θ) com uma velocidade de varredura de 2°/min.

- Calorimetria diferencial de varredura (DSC) para a identificação da temperatura de fusão do compósito. As amostras foram analisadas em uma faixa de temperaturas entre -40°C e 200°C, a uma taxa aquecimento e resfriamento de 10°C/min.

- Microscopia eletrônica de varredura (MEV) para análise da superfície de fratura, da distribuição das partículas e da adesão do pó na matriz.

Resultados e Discussão

Para 10% de pó de coco, os compósitos sem aditivos apresentam valores de módulo de elasticidade inferiores e com uma variabilidade muito maior que os dos corpos de prova com aditivos, o que afirma a eficácia dos aditivos usados. Para esse teor, há um aumento do módulo de elasticidade dos corpos de prova com aditivos. Não houve empescoamento em nenhum dos corpos de prova, nem mesmo nos compostos apenas de PP reciclado, apresentando todos, uma superfície de fratura plana a olho nu. Apesar de apresentar um comportamento dúctil, típico do polipropileno a temperatura ambiente, as deformações sofridas no momento da ruptura são significativamente baixas, não ultrapassando valores próximos a 10%.

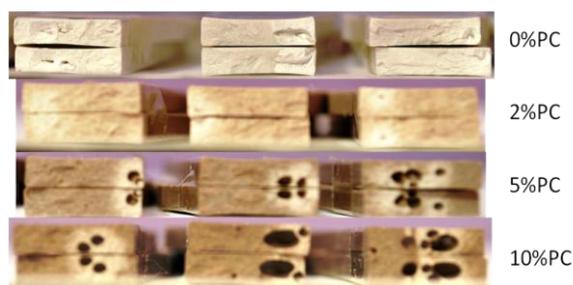


Figura 1. Superfícies de fratura dos corpos de prova com aditivos.

Para todos os grupos, é possível observar também que há uma tendência de aumento do módulo de elasticidade e de diminuição na tensão e deformação de ruptura com o aumento do teor de pó de coco presente. Este último se deu não apenas pela restrição ao movimento das cadeias decorrente da presença do pó, mas também pelo surgimento de bolhas no interior dos corpos de prova.

Observou-se a presença de bolhas (Fig. 1) nos corpos de prova com 5% e 10% de pó de coco, sendo maior a quantidade de bolhas para o maior teor de pó de coco e para os corpos de prova com aditivos.

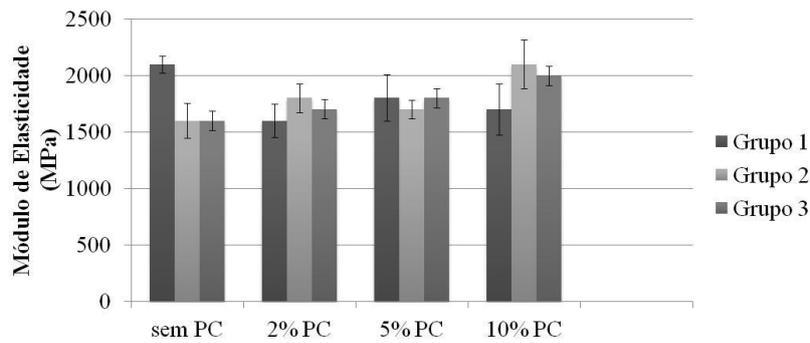


Figura 2. Módulos de elasticidade obtidos e seus respectivos desvios padrão.

Todos os difratogramas obtidos apresentam picos bem definidos e há uma diminuição na intensidade desses picos, ou seja, uma diminuição do grau de cristalinidade, do PP com o aumento do teor de pó de coco. Esse grau de cristalinidade, calculado pelo método de Ruland, encontra-se na Tabela 1 abaixo. As curvas de DSC confirmam a diminuição da cristalinidade através da diminuição da variação de entalpia para o aumento do teor de pó de coco. É possível ver dois picos de fusão, a aproximadamente 125°C e 165°C, sendo a cristalização do primeiro aparentemente favorecida pela presença do pó de coco. Não foi possível identificar, através do DSC, a temperatura de transição vítrea desses materiais.

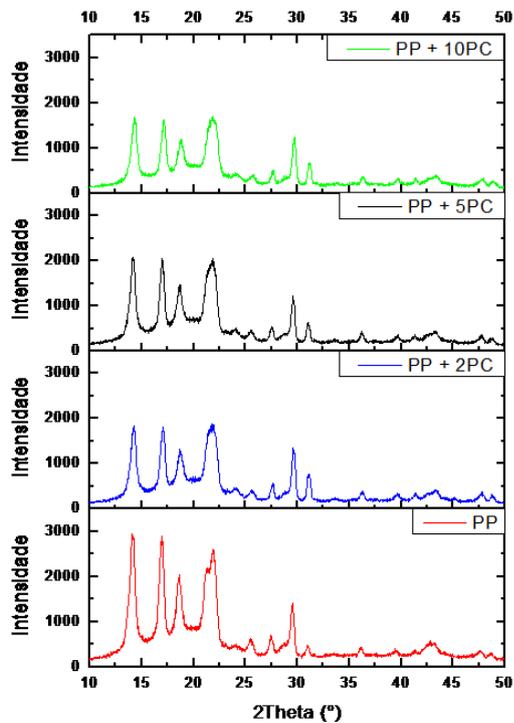


Figura 3. Difratogramas obtidos para os corpos de prova com aditivos.

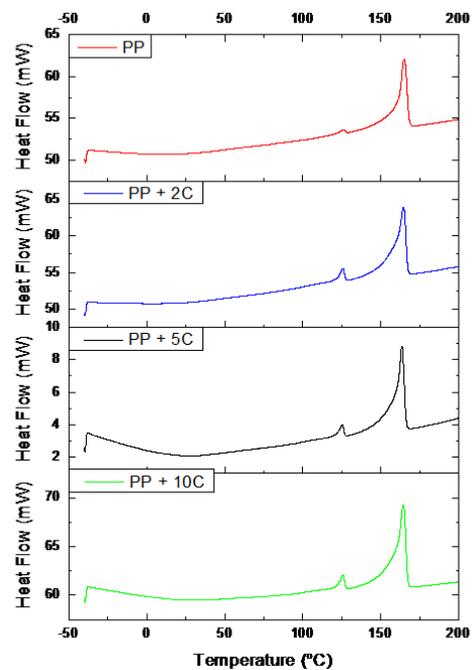


Figura 4. Curvas de DSC obtidas para os corpos de prova com aditivos.

Tabela 1. Grau de cristalinidade calculado a partir dos difratogramas.

Grau de Cristalinidade	
PP	64,57%
PP + 2% PC	61,00%
PP + 5% PC	57,95%
PP + 10% PC	56,25%

Durante a realização da Microscopia, não foi observada nenhuma aglomeração do pó de coco, o que indica que houve uma boa dispersão da carga na matriz. Comparando as micrografias abaixo (Fig. 5

e Fig. 6) vemos que a superfície de fratura do corpo de prova sem aditivos apresenta um grande número de pequenas crateras onde provavelmente haviam grãos de pó de coco que se soltaram durante a ruptura do material. A superfície de fratura do corpo de prova com aditivo não apresenta essas pequenas crateras, o que é um indicativo que a adesão do pó de coco à matriz foi efetiva.

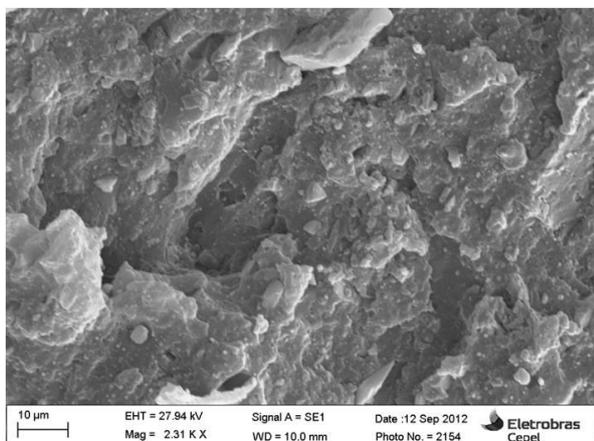


Figura 5. Micrografia de uma amostra com 10% de pó de coco com aditivos.

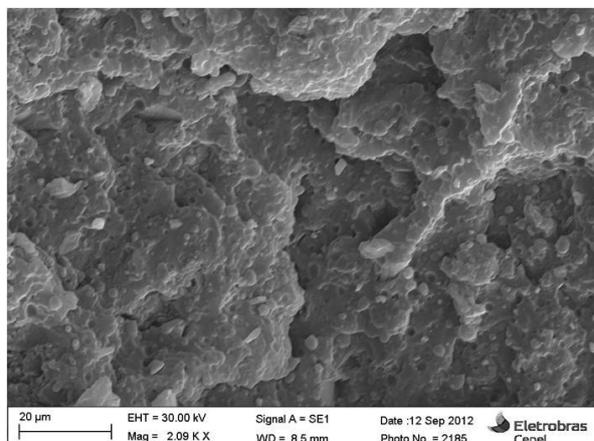


Figura 6. Micrografia de uma amostra com 10% de pó de coco sem aditivos.

Conclusões

Os aditivos utilizados se mostraram efetivos na promoção da adesão da carga à matriz e as condições de processamento permitiram uma boa dispersão da fibra na matriz, como pode ser visto com o auxílio do microscópio eletrônico de varredura.

Ocorre a presença de bolhas para teores mais elevados de pó de coco, fragilizando o material, provavelmente devido à rápida absorção da umidade ambiente.

O polipropileno provindo de copos descartáveis brancos é predominantemente isotático. A adição de pó de coco promove a diminuição do elevado grau de cristalinidade do polipropileno, que permanece, entretanto, relativamente alto. Por outro lado o pó de coco favorece a formação de outro tipo de cristal de ponto de fusão mais baixo que está presente em menor quantidade.

É evidente a tendência de aumento do módulo com o aumento do teor de pó de coco. Um estudo sobre a quantidade adequada de aditivo a ser usada para cada concentração se faz importante visando o melhor desempenho melhor possível para o material, não havendo aditivo em excesso, o que prejudica as propriedades da matriz polimérica e nem falte aditivo para ligar o pó de coco à matriz.

Agradecimentos

Ao Cepel pelos ensaios de MEV e ao LMSCP pelos ensaios de DSC. A CNPq-PIBIC pelo auxílio financeiro. A Clariant e a DILIMP pela doação dos aditivos e do pó de coco, respectivamente.

Referências Bibliográficas

1. C. M. Mählmann; A. A. Lawisch; L. M. Kipper *Estudo da reciclagem por termo-prensagem de polipropileno (PP) pós-uso* 2004.
2. R. F. Gibson, *Principles of composite material mechanics*, Mc Graw Hill, 1994.
3. M. S. Rabello, *Aditivação de Polímeros*, Artliber Editora, 2000.
4. M. H. Ishizaki; L. L. Visconte; C. R. Furtado; M. C. Leite, J. L. Leblanc *Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura* 2006.
5. M. Haque; S. Islam; I. Nazrul *Preparation and characterization of polypropylene composites reinforced with chemically treated coir* 2012.