

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS OBTIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS COLETADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Layara Lorrana Leite¹
Auricelia Fontes Silva²
João Emídio Silva Neto³
Renata Barbosa⁴
Tatianny Soares Alves⁵

¹ Curso de Graduação em Engenharia de Materiais, Laboratório de Polímeros e Materiais Conjugados, Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, Brasil, layaralorrana@gmail.com

² Curso de Graduação em Gestão Ambiental, Universidade Anhanguera Uniderp, Teresina – PI, Brasil, auriceliatecmeio@gmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Campina Grande – PB, Brasil, joaoemidio2@gmail.com

⁴ Curso de Graduação em Engenharia de Materiais, Laboratório de Polímeros e Materiais Conjugados, Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, Brasil, rrenatabarbosa@yahoo.com

⁵ Curso de Graduação em Engenharia de Materiais, Laboratório de Polímeros e Materiais Conjugados, Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, Brasil, tsaeng3@yahoo.com.br

Introdução

Dentre os polímeros mais utilizados destaca-se o poliestireno (PS), por apresentar um baixo custo, possuir facilidade de processamento, estabilidade térmica, alto módulo de elasticidade e alta temperatura de transição vítrea. Devido a essas propriedades o PS pode ser utilizado numa vasta gama de aplicações e dentre elas estão copos descartáveis, embalagens, eletrônicos, brinquedos e outros (LIMA, 1996; VERONESE, 2003; MONTENEGRO, 2002; FREESE, 2013).

A produção e consumo de milhares de toneladas de corpos descartáveis por ano gera impactos significativos ao meio ambiente, uma vez que seu descarte não ocorre sempre da forma mais adequada (VERONESE, 2003; ESPINDOLA, 2004; BRDE, 2006), e em escala superior o papelão ondulado é outro material que gera um grande volume de resíduos.

Utilizado mais comumente na fabricação de embalagens, é responsável pelo transporte e proteção de aproximadamente 75% dos produtos embalados todo o mundo. Comparando-o aos polímeros, seu tempo de decomposição é muito rápido, levando cerca de 6 meses em condições ideais, mas apesar da sua alta biodegradabilidade e reciclabilidade esse resíduo celulósico pode causar problemas, quando descartado de forma inadequada (ABPO, 2016). No Brasil são coletados quase 70 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos anualmente e 42% ainda são destinados a lixões e aterros controlados, considerados ambientalmente inadequados, de acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELP, 2017).

Para minimizar a poluição provocada por esses tipos de materiais, principalmente os resíduos plásticos, é importante desenvolver de novos materiais a partir desses resíduos. A reciclagem é uma das alternativas para um desenvolvimento sustentável, pois é um tratamento de resíduos que valoriza as propriedades dos materiais descartados e que preserva os recursos naturais. (VAN DER HARTS et al., 2016; RIBEIRO et al., 2009; VICHESSI & RUVOLO FILHO, 2008).

Com isso, esse trabalho buscou desenvolver via calandragem um novo compósito a partir do poliestireno obtido dos copos descartáveis juntamente com o resíduo de papelão utilizado em caixas para embalagens e também avaliar suas propriedades mecânicas. Todos estes resíduos foram coletados nas dependências da Universidade Federal do Piauí.

Material e Métodos

Copos descartáveis e Papelão

Os copos descartáveis (200 mL) pós-consumo foram coletados na Coordenação do Curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Piauí, ao longo de um período de dois meses, sendo estabelecido como critério mínimo de padronização o recolhimento de copos oriundos do mesmo

fornecedor. As caixas de papelão, destinadas a embalar computadores, foram coletadas na Biblioteca Central Carlos Castelo Branco da Universidade Federal do Piauí.

Preparação do compósito PS/Papelão

Depois de devidamente higienizados, os copos foram picotados manualmente com auxílio de tesoura e após esta etapa foram moídos em liquidificador, com o objetivo de diminuir suas dimensões e facilitar as etapas posteriores de processamento. Após o processo de triagem para remoção de fitas adesivas, grampos e etiquetas, reduzindo a possibilidade de contaminação da matéria-prima, foi realizada a moagem do papelão em equipamento do tipo forrageira, com tela de peneira nº 4, instalado no Colégio Técnico de Teresina.

Devidamente selecionados e separados, o PS picotado e o papelão moído foram processados em um misturador de rolos aberto (calandra). O compósito foi preparado com temperatura de rolos de aproximadamente 190°C, e com percentual de papelão de 15% em peso. Após o processo de incorporação do papelão ao polímero, os compósitos foram triturados em moinho de facas de forma a facilitar a etapa seguinte de moldagem de corpos de prova e placas por compressão.

Os corpos de prova, com dimensões padronizadas pela norma ASTM D638, foram preparados em prensa hidráulica com aquecimento sob as seguintes condições de pré-prensagem e prensagem, respectivamente: temperatura de 190°C, por 4 minutos e 1 tonelada de pressão, e em seguida 5 minutos sob a mesma temperatura com 3 toneladas de pressão.

Após as respectivas retiradas, foram analisadas características morfológicas das amostras por meio de microscopia óptica em Microscópio Leica com câmera ICCD 50 com aumento de 40x. Todas estas de processamento e caracterização foram realizadas no Laboratório de Polímeros e Materiais Conjugados da Universidade Federal do Piauí.

Os ensaios de resistência à tração foram realizados de acordo com a norma ASTM D638 em uma máquina universal de ensaios da Emic, modelo DL 30000, com velocidade de carregamento de 50 mm/min.

Resultados e Discussão

Ensaio de tração

O comportamento mecânico dos materiais pode ser observado na Tabela 1. Comparando os valores das propriedades mecânicas do PS-reciclado puro com o compósito. Os valores das respectivas propriedades foram determinados a partir da média de cinco corpos de prova.

Tabela 1. Comportamento mecânico dos materiais

Propriedade Mecânica	PS-Reciclado	PS/Papelão
Tensão de ruptura (MPa)	18,37	11,32
Tensão de escoamento (MPa)	18,72	10,99
Força Máxima (N)	903,2	523,9
Módulo de Elasticidade (MPa)	795,5	577,6

O ensaio de resistência a tração revelou uma diminuição das propriedades mecânicas do PS ao se incorporar o papelão, o que pode ser atribuído à falta de adesão entre polímero e fibras do papelão, como também a formação de aglomerados de papelão que funcionam como agentes concentradores de tensão levando a descontinuidade da matriz, que afeta a transmissão da força aplicada diminuindo a forma máxima suportada pelo compósito (SANTOS et al., 2010; VASCO, 2014).

Microscopia óptica

Na Figura 1 são apresentadas as micrografias obtidas por microscopia óptica. Na Figura 1a e 1b é exibido o aspecto das superfícies para o poliestireno reciclado e para o compósito PS/Papelão. As superfícies de ruptura para estes sistemas são apresentadas em 1c e 1d respectivamente.

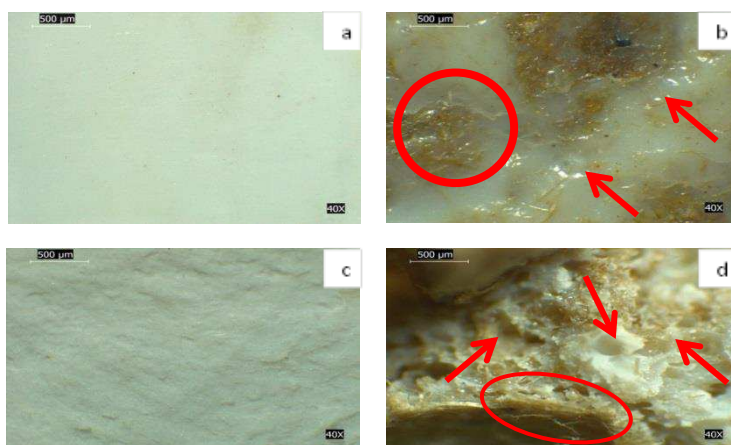


Figura 1. Aspecto superficial do PS-reciclado (a) e do PS/Papelão (b), Superfície de ruptura do PS (c) e do PS/Papelão (d).

A partir das fotomicrografias das amostras obtidas por MO foi possível notar nas superfícies superiores dos corpos de provas referentes às amostras de PS (1a), o aspecto claro, liso e homogêneo da superfície, não apresentando poros, trincas ou quaisquer outros defeitos visíveis na escala de ampliação utilizada (40x).

Para as amostras de PS/Papelão (1b), constatou-se a presença da carga recoberta pela matriz, que se apresentou com um aspecto brilhante e rugoso. Foram observadas características da fratura frágil do PS em sua superfície de ruptura (1c), como a ausência de deformação aparente e alongamentos, assim como não foram detectados indícios da presença de vazios ou outro agente concentrador de tensão (SANTANA & MANRICH, 2003; SOUSA et al., 2005).

A microscopia óptica da superfície fraturada do PS/Papelão (1d) mostrou a presença de vazios e aglomerados de carga, foi observado que o molhamento da matriz no papelão não foi homogêneo, sendo melhor em fibras mais dispersas. Essa heterogeneidade foi causada principalmente pela metodologia de processamento, que pode ter favorecido a fragmentação de parte do papelão.

Conclusão

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que houve a incorporação do papelão ao poliestireno, mas com aumento da fragilidade do polímero, por conta da falta de molhabilidade total das fibras celulósicas do papelão. Ainda assim, é viável a reciclagem desses materiais para formar um novo compósito, embora necessite de um agente compatibilizante para que haja melhor interação da matriz com a carga, sendo possível utilizar para fabricação de utensílios básicos como divisórias, estruturas para banners, placas de sinalização.

Referências

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública. 2017. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/estudo_apresentacao.cfm> Acesso em: 9 de mai. 2017.
- ABPO. Associação Brasileira do Papelão Ondulado. 2016. Disponível em: <http://www.abpo.org.br/?page_id=1154> Acesso em: 25 de out.2016.
- ASTM. American Society for Testing Materials. ASTM D 638– Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. In: Annual Book of ASTM Standard, v.14.02.
- LIMA, I. S. Efeitos da radiação gama na estrutura e nas propriedades do poliestireno. 53f. Dissertação (Mestrado). Curso de Química, Energia Nuclear. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1996.
- RIBEIRO, V. F.; DOMINGUES JR, N. S.; RIEGEL, I. C. Estudo da recuperação das propriedades mecânicas de Poliestireno alto impacto reciclado através da incorporação de borracha termoplástica tipo Estireno-Butadieno-Estireno. In: Congresso Brasileiro De Polímeros, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: CBPOL. p.1–8. 2009.
- Santana, R. M. C.; Manrich, S. Studies on Morphology and Mechanical Properties of PP/HIPS Blends from Postconsumer Plastic Waste. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 87, p.747–751. 2003.
- SANTOS, E. F.; MORESCO, M.; ROSA S. M. L.; NACHTIGALL S. M. B. Extrusão de Compósitos de PP com Fibras Curtas de Coco: Efeito da Temperatura e Agentes de Acoplamento. *Polímeros*, v.20, n.3, p.215-220. 2010.

- SOUSA, A. R.; AMORIM, K. L. E.; MEDEIROS, E. S.; MELO, T. J. A.; RABELLO, M. S. The combined effect of photodegradation and stress cracking in polystyrene. *Polymer Degradation and Stability*, v.91, p.1504-1512. 2006.
- VASCO, M. C. Efeito da Radiação Gama sobre as propriedades mecânicas de Compósito de fibras de Sisal/Poliuretana sem Uso de Agentes de Acoplamento. 130f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. 2014.
- VICHESSI, R. B.; RUVOLLO FILHO, A. C. Estudo do efeito do envelhecimento sob radiação UV no transporte de água em filmes de PET reciclados de bebidas carbonatadas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v.18, n.4, p.326-333. 2008.
- VAN DER HARST, E., POTTING, J.; KROEZE, C. Comparison of different methods to include recycling in LCAs of aluminium cans and disposable polystyrene cups. *Waste Management, The Netherlands*, v.48, p.565-583. 2016.