



Avaliação do Comportamento Mecânico e Desempenho Antichama de Compósitos de Polipropileno (PP) com Resíduos de Vidro Reciclado

Kauã G. M. B. Martins¹ (G); Thaís F. Ramos² (PG); Patrícia S. O. Patrício³ (PQ); Wladimir T. Silva⁴ (PG) e Giovanna C. S. Fernandes⁵ (G)

¹kauagabriel.magalhaes@gmail.com

Laboratório de Tecnologias Integradas - Departamento de Química - CEFET-MG

Este trabalho avaliou o comportamento frente à chama e à tração de compósitos de polipropileno (PP) com adição de resíduos vítreos de borosilicato (B) e vidro sodo-cálcico (S), nas granulometrias de 20 e 60 *mesh*. Os materiais foram obtidos por extrusão, com teores de carga entre 5% e 20%. Ensaios de inflamabilidade (UL-94HB) mostraram que o compósito B60 com 10% apresentou a menor taxa de queima (20,4 mm.min⁻¹), destacando-se como o mais eficiente retardante de chamas. Já os compósitos B20 apresentaram desempenho estável em todas as porcentagens, com baixas velocidades de queima. Por outro lado, os ensaios mecânicos revelaram queda na resistência à tração com o aumento da carga. Imagens de microscopia óptica confirmaram má adesão carga/matriz, com poros visíveis nas fraturas. Os resultados indicam que os resíduos vítreos podem ser usados como aditivos antichama em PP.

Palavras-chave: polipropileno, resíduo vítreo, retardante de chamas, compósitos poliméricos, microscopia óptica

Introdução

O polipropileno (PP) é amplamente utilizado na indústria devido ao seu baixo custo e boa processabilidade, mas sua alta inflamabilidade limita aplicações em áreas que exigem resistência ao fogo(1). A adição de resíduos vítreos (RV), como borosilicato e sodo-cálcico, surge como alternativa sustentável para atuar como retardante de chamas, promovendo o reaproveitamento de materiais descartados(2,3).

Contudo, a presença dessas cargas pode reduzir a resistência mecânica do compósito devido à baixa adesão com a matriz polimérica (4). Análises de tração e microscopia óptica são fundamentais para entender essas interações e os efeitos sobre o desempenho do material. Este trabalho investigou o efeito de diferentes concentrações e granulometrias de resíduos vítreos nas propriedades antichama e mecânicas de compósitos de PP.

Experimental

Condições Experimentais

Compósitos de PP com resíduos vítreos de borosilicato (B) e sodo-cálcico (S), nas granulometrias de 20 e 60 *mesh*, foram preparados com 5%, 10%, 15% e 20% em massa. As misturas foram homogeneizadas, moídas e extrusadas a 180 °C, 20 rpm, e moldadas em prensa térmica. A inflamabilidade foi avaliada segundo a norma UL-94HB, utilizando corpos de prova de 129,5 × 7 × 13 mm. A taxa de queima foi calculada pela razão entre o

comprimento (75 mm) e o tempo. Os ensaios de tração foram realizados a 50 mm/min, em corpos de prova tipo II da norma ASTM D638-14. A microscopia óptica das fraturas foi feita com microscópio Labomed CXRIII.

Resultados e Discussão

Ensaio de Inflamabilidade (UL-94HB)

O compósito B60 com 10% foi o mais eficaz como retardante de chamas, com a menor taxa de queima (-20,4 mm/min). O B20 teve desempenho consistente em todas as concentrações, enquanto S20 e S60 apresentaram taxas de queima mais altas.

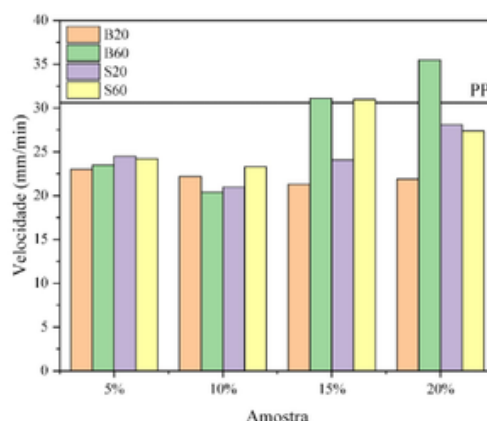


Figura 1. Taxa de queima dos compósitos PP com adição de resíduos vítreos.



Ensaio de Tração

Os resultados da Figura 2 indicam queda na resistência mecânica com o aumento de carga. A melhor média foi observada em S60 com 10%, embora com alto desvio. A má adesão entre matriz e carga justifica a redução geral nas propriedades mecânicas.

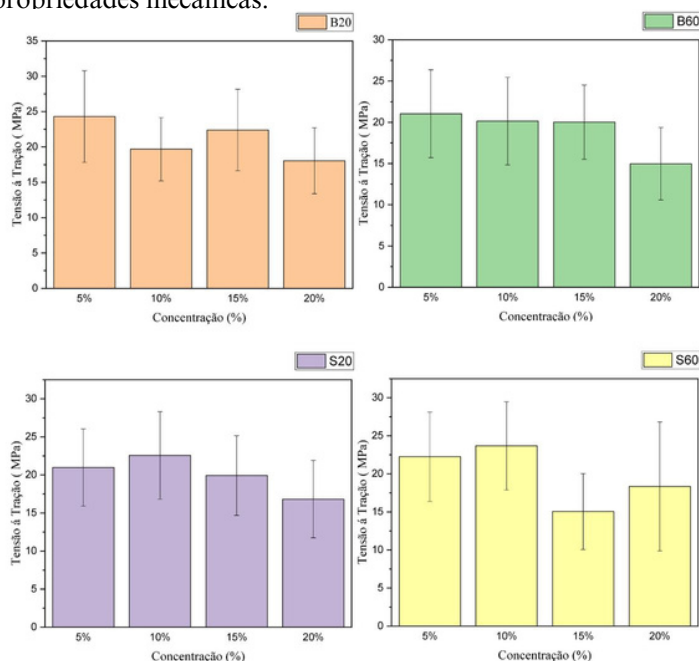


Figura 2. Tensão à tração dos compósitos PP com adição de resíduos vítreos B20, B60, S20 e S60 em diferentes concentrações.

Microscopia Óptica

As imagens obtidas das regiões de fratura dos corpos de prova (Figura 3) revelaram a presença de poros e regiões de descolamento entre matriz e carga em todos os compósitos analisados. Isso confirma a baixa compatibilidade interfacial entre o PP e os resíduos vítreos, o que justifica a queda nas propriedades mecânicas observadas. Além disso, não foi observada incorporação efetiva das partículas à matriz, mesmo nas concentrações mais baixas, o que sugere a necessidade de tratamento superficial das cargas ou uso de agentes compatibilizantes.

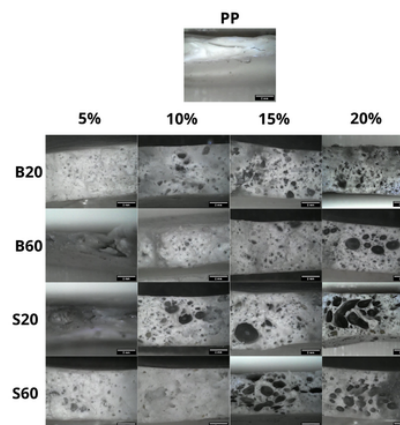


Figura 3. Imagens de Microscopia Óptica das fraturas dos corpos de prova.

Conclusões

A adição de resíduos vítreos ao PP melhorou a resistência à chama, com destaque para o compósito B60 a 10%. No entanto, houve perda de resistência mecânica com o aumento de carga, atribuída à má interação carga-matriz observada por microscopia. Assim, os resíduos são promissores como aditivos antichama, mas requerem ajustes para melhorar o desempenho estrutural.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e a FAPEMIG pelo apoio financeiro, e ao CEFET-MG e InTechLab pelo uso da infraestrutura e dos equipamentos.

Referências

1. S. Rabello, *Aditivação de Polímeros*, Editora Blücher, São Paulo, 2000.
2. C. M. S. Junior, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2017.
3. R. Caban, *J. Mol. Struct.* 2022, 1264, 133181.
4. S. V. Canevaloro Jr., *Ciência dos Polímeros: um Texto Básico para Tecnólogos e Engenheiros*, 2ª ed., Artliber, São Paulo, 2006.
5. ASTM International, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*, ASTM D638-14, West Conshohocken, PA, 2014.
6. Underwriters Laboratories Inc., *Teste de Inflamabilidade Horizontal*, UL-94HB:1996, 5ª ed., Northbrook, 1996.
7. ASTM International, *Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer*, ASTM D1238-10, West Conshohocken, PA, 2010.
8. A. L. Flynn; S. Lifson (org.), *Polymers Handbook*, 2ª ed., CRC Press, New York, 1988.