

## Compósitos de Polipropileno Reciclado e Pó de Vidro: Efeito da composição nas Propriedades Mecânicas e no Índice de Fluidez

Ian dos S. Costa<sup>(1)\*</sup>(IC), Julio Cesar J. Junior<sup>(2)</sup>(PG), Ana Lucia N. da Silva<sup>(2)</sup>(PQ), Rachel O. Nasser<sup>(3)</sup>(PQ), Thiago M. Aversa<sup>(1)</sup>(PQ)

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Duque de Caxias.

(2) Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, IMA/UFRJ

(3) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Caxias do Sul

\*iansantosc@gmail.com

**Palavras Chave:** polipropileno, reciclagem, pó de vidro, sustentabilidade, propriedades mecânicas, propriedades térmicas.

### Introdução

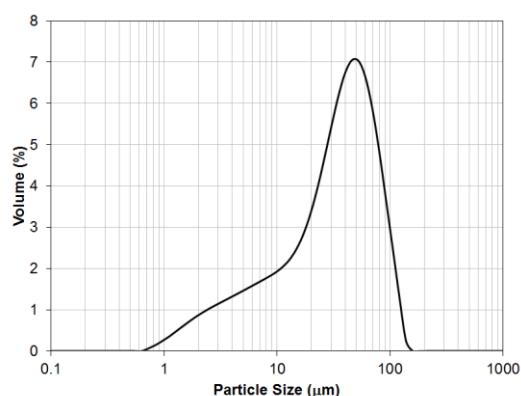
O aumento do custo das resinas plásticas, em consequência do aumento no preço do barril de petróleo vem impulsionando as indústrias a investirem no desenvolvimento tecnológico dos processos de reciclagem, dentre eles destaca-se os do polipropileno (Fernandes, Domingues, 2007). Esse polímero em relação aos outros com características semelhantes apresenta um baixo custo, boas propriedades mecânicas que podem ser ainda melhoradas com a adição de carga, além de suportar vários ciclos de reciclagem sem perda significativa nas propriedades mecânicas. O polímero reciclado vem sendo incorporado à resina virgem em teores inferiores a 30% a fim de baratear o seu custo (Georgopoulos *et al.*, 2005; Fernandes, Domingues, 2007). A literatura aponta para uma redução nas propriedades para adições superiores, o que impulsiona as pesquisas no intuito da incorporação de materiais inorgânicos que funcionam como reforço melhorando especialmente a tenacidade do material. Muitos trabalhos na literatura trazem os benefícios da adição de talco, fibra de vidro e pó de madeira ao polipropileno reciclado, com o intuito de melhorar propriedades mecânicas (Li *et al.*, 2001; Mäder *et al.*, 2008; Monchai *et al.*, 2008; Saman *et al.*, 2012). A literatura disponível que utiliza vidro como carga em materiais poliméricos baseia-se na utilização desse material na forma de fibra. As mais importantes substâncias que podem obter o estado vítreo são sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e os silicatos, óxido bórico ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) e os boratos, pentóxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e os fosfatos. Existem muitos grupos de vidros, por exemplo, a sílica, o oxinitrito e o fosfato, porém a sílica é a mais importante para uso em compósitos (F. L. Mathews and R. D. Rawlings, 1994). Por outro lado, partículas de vidro reciclado provenientes de descarte nunca forma estudadas como reforço de polipropileno, em especial as partículas menores, que são rejeitadas na reciclagem pela indústria do vidro por apresentarem dificuldade de transporte para os fornos, podendo depositar-se nos refratários (fenômeno de arraste), aumentando sua taxa de

corrosão, assim reduzindo a vida útil dos fornos. Alguns resultados positivos foram obtidos pela incorporação desse material particulado a poliamida 6.6 (Valera *et al.*, 2000). Dessa forma, neste trabalho utilizou-se para incorporação à matriz constituída de polipropileno reciclado (PPr), pó de vidro residual de resíduos de ampola de injeção (PV), sendo ambos potenciais poluentes do meio ambiente.

### Resultados e Discussão

Na Figura 1 é apresentado o gráfico com a dispersão de tamanho de partícula da amostra de pó de vidro utilizada. O diâmetro médio das partículas,  $d(0,5)$ , é 31,802  $\mu\text{m}$ . Os compósitos foram obtidos misturando-se o pó de vidro e os polímeros nas quantidades previamente determinadas, sem o uso de agentes compatibilizantes.

Figura 1. Glass powder particle sizes distribution



Após a pesagem dos materiais, estes foram processados em extrusora dupla rosca corrotacional a fim de se obter melhor dispersão da carga na matriz polimérica. Os compósitos foram então analisados quanto ao índice de fluidez, cujos resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados de MFI para os compósitos obtidos

Exp.	Process variables		MFI [g/10 min]		
	X1	X2	REC-1	REC-2	REC-3
A	+1	+1	7.10 ± 0.01	1.95 ± 0.06	5.67 ± 0.21
B	-1	+1	7.39 ± 0.16	1.51 ± 0.06	6.40 ± 0.08*
C	+1	-1	4.62 ± 0.06	1.98 ± 0.06	5.43 ± 0.29
D	-1	-1	5.18 ± 0.37	2.02 ± 0.06	
E	0	0	5.28 ± 0.01	1.70 ± 0.04	6.80 ± 0.08**
F	0	0	7.09 ± 0.20	1.99 ± 0.02	6.23 ± 0.19***

As variáveis X2 nesses experimentos foram 0, +1 e -1

Através da análise dos resultados da Tabela 3, pode-se notar que o maior teor de pó de vidro promoveu alterações no índice de fluidez dos materiais sendo possível observar uma redução no valor de MFI quando há um aumento do teor de pó de vidro. Comparando-se os resultados para os polipropilenos REC-1 e REC-3, nota-se uma redução no MFI quando há a adição do pó de vidro, verificado nos pares B-A e D-C, onde as condições de velocidade de rosca são iguais. Essa redução sugere que o polímero se torna menos viscoso quando submetido à temperatura. Para o material REC-2, no entanto, um comportamento invertido pode ser observado para o material REC-2, nos experimentos B e A, onde a aditivção promoveu um aumento do índice de fluidez. Este fenômeno pode estar relacionado à formação de aglomerados de carga na matriz polimérica decorrente de uma má distribuição devido ao baixo índice de escoamento do material, que ocasionaria um amolecimento inadequado para que a carga se dispersasse adequadamente na matriz. Em relação à velocidade de processamento, através dos resultados obtidos, nota-se que não houve alteração significativa para os compósitos obtidos para os polipropilenos REC-2 e REC-3. Já para a matriz REC-1 essa alteração é se apresenta tanto nos compósitos A e C quanto na matriz sem aditivção, nos experimentos B e D. A maior fluidez nos materiais processados com maior velocidade pode ser explicada pela ocorrência de maior dano às cadeias poliméricas, estando estas mais preservadas quando processadas sob condições de menor velocidade da rosca. Tal fenômeno seria esperado, tendo em vista que os processos de reciclagem ocasionam perda de propriedades dos materiais. Os compósitos obtidos com os níveis intermediários apresentaram algumas variações nos valores de MFI, especialmente REC-1, que podem ser decorrentes de alguma ocorrência no processo de extrusão ou mesmo homogeneização da matriz polimérica e do pó de vidro secos antes da extrusão. A análise estatística dos dados para verificar a influência das variáveis combinadas na variável resposta MFI estão em andamento.

## Conclusões

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a adição de pó de vidro à matriz de polipropileno reciclado pode tornar o material mais resistente ao escoamento, o que, dependendo da aplicação desejada é uma vantagem, pois dessa maneira, dois resíduos danosos ao ambiente tornam-se úteis. Ensaio mecânicos de tração e impacto deverão ser realizados a fim de conhecer as demais propriedades dos compósitos e vislumbrar uma aplicação para eles.

## Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo financiamento da Pesquisa, ao IMA/UFRJ e aos Institutos Federais pelo apoio na utilização dos equipamentos para processamento e análise.

F. L. Matthews and R. D. Rawlings (1994). *Composite Materials: Engineering and Science*. Chapman & Hall, Oxford, United Kingdom.

Fernandes, B. L.; Domingues, A. J. (2007). "Mechanical characterization of recycled polypropylene for automotive industry". *Polímeros*, v. 17, p. 85-87.

Georgopoulos, S. T.; Tarantili, P. A.; Avgerinos, E.; Andreopoulos, A. G.; Koukios, E. G. (2005). "Thermoplastic polymers reinforced with fibrous agricultural residues". *Polymer Degradation and Stability*, v. 90, p. 303-312.

Li, T. Q.; Ng, C. N.; Li, R. K. Y. (2001). "Impact behavior of sawdust/recycled-PP composites". *J. Appl. Polym. Sci.*, v. 81, p. 1420-1428.

Mäder, E.; Rausch, J.; Schmidt, N. (2008). "Commingled yarns - processing aspects and tailored surfaces of polypropylene/glass composites". *Composites Part A*, v. 39, p. 612-623.

Monchai, T.; Phasawat, C.; Thanawadee, L. (2008). "Thermal and mechanical properties of wood-plastic composites from iron wood flour and recycled polypropylene foam". *J. Metal, Mater. Miner.*, v. 18, p. 53-56.

Saman, G.; Kazemi, N.S.; Behbood, M.; Mehdi, T. (2012). "Impact strength improvement of wood flour-recycled polypropylene composites". *J. Appl. Polym. Sci.*, v. 124, p. 1074-1080.

Valera, T. S.; Sakai, S.; Vieira, A.C. *et al.* (2000) "Reaproveitamento do resíduo de lapidação de vidros como carga em polímero de engenharia". *Proceedings of 44<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Cerâmica*, São Paulo, São Paulo.