



## **Estudo da influência do teor de vidro nas propriedades reológicas e morfológicas de compósitos SAN (estireno e acrilonitrila)**

Fábio Lacerda da Silva<sup>1</sup>; 0000-0003-1857-7927  
Izabel de Oliveira Mota<sup>1</sup>; 0000-0001-6276-5381  
Cirlene Fourquet Bandeira<sup>1</sup>; 0000-0001-7034-2477  
Jorge Luiz Rosa<sup>2</sup>; 0000-0003-0305-8569  
Sérgio Roberto Montoro<sup>1</sup>; 0000-0002-9272-3278

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.  
2 – EEL/USP, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, SP.

[sergio.montoro@foa.org.br](mailto:sergio.montoro@foa.org.br) (contato principal)

**Resumo:** Diante da modernização tecnológica e responsabilidades socioambientais e de sustentabilidade, indústrias e grupos pesquisas vêm buscando cada vez mais inovações no desenvolvimento de novos produtos, buscando redução de custo e impactos ambientais. Diante desta visão, materiais a partir de rejeitos industriais vêm se destacando no mercado, aumentando o interesse, por exemplo, em desenvolver materiais compósitos reforçados com pó de vidro, ora considerado rejeito na indústria que fabrica de vidros. O objetivo geral do presente estudo foi o estudo da influência do teor de vidro nas propriedades reológicas e morfológicas de compósitos SAN (estireno e acrilonitrila) para possível aplicação na indústria automobilística. As amostras de compósitos de SAN reforçados com pó de vidro foram gentilmente doadas por um aluno de mestrado do Programa de Mestrado em Materiais do UniFOA. Foram realizadas as caracterizações reológicas via determinação do índice de fluidez dos compósitos e caracterizações morfológicas via Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). A partir das análises de índice de fluidez a inserção de 10%, 15% e 20% de pó de vidro provocaram uma redução aceitável no IF do SAN sendo possível manter sua utilização. Mesmo inserindo a porcentagem de 20% de pó de vidro, a redução do IF do SAN em aproximadamente 40% variando do tipo de peça que será injetada, ainda pode ser considerada viável. E, por meio das análises de MEV pode-se observar que ocorreu uma boa aderência do pó de vidro criando assim uma homogeneidade satisfatória. Pelas imagens apresentadas, pode-se observar uma distribuição homogênea das partículas do pó de vidro, não apresentando regiões com aglomerações de pó de vidro. Ou seja, a partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que os compósitos estudados nesse trabalho podem ser considerados uma alternativa viável para aplicações na indústria automobilística.

**Palavras-chave:** SAN. Compósitos. Índice de fluidez. MEV. Indústria automobilística.



## INTRODUÇÃO

Fatores como processo tecnológico, custos e questões ambientais têm exigido melhorias em materiais poliméricos. Também por estes motivos a atratividade por materiais compósitos vem aumentando. As misturas de plásticos com vidro podem proporcionar melhorias em propriedades mecânicas, físicas e químicas ou até mesmo redução de custo e melhoria em termos de processamento. Estudos revelam que em compósitos com polímeros, as cargas de vidro são adicionadas, devido às razões como: redução de custo, melhorar o processamento, controle de densidade, efeitos ópticos, retardamento de chama, modificações nas propriedades de condutividade térmica, resistência elétrica e propriedades mecânicas (SAKAHARA, 2012).

Compósitos a base de polímero com adição de carga mineral tem sido alvo de grande interesse, tanto nas indústrias quanto em pesquisas acadêmicas, devido à melhora significativa nas propriedades dos materiais quando comparadas com polímeros virgens.

Diante da modernização tecnológica e responsabilidades socioambientais e de sustentabilidade, indústrias e grupos pesquisas vêm buscando cada vez mais inovações no desenvolvimento de novos produtos, buscando redução de custo e impactos ambientais. Diante desta visão, materiais a partir de rejeitos industriais vêm se destacando no mercado, aumentando o interesse, por exemplo, em desenvolver materiais compósitos reforçados com pó de vidro, ora considerado rejeito na indústria que fabrica de vidros.

O presente estudo visou realizar o estudo da influência do teor de vidro nas propriedades reológicas e morfológicas de compósitos SAN (estireno e acrilonitrila) para possível aplicação na indústria automobilística.



## MÉTODOS

### Análises para a determinação do índice de fluidez

Para a determinação dos índices de fluidez os ensaios foram realizados na Escola de Engenharia da USP de Lorena (EEL/USP) em um aparelho para ensaios de índice de fluidez, marca CEAST (Figura 1). De acordo com diretrizes gerais da Norma ASTM D 1238:2013 o ensaio de índice de fluidez foi realizado com o método A, “*Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer*”. Foi utilizado peso de 3,8 kg a temperatura de 230°C e, 5 s como tempo de corte.

Figura 1: Medidor de índice de fluidez (platômetro).



Fonte: os autores (2023)

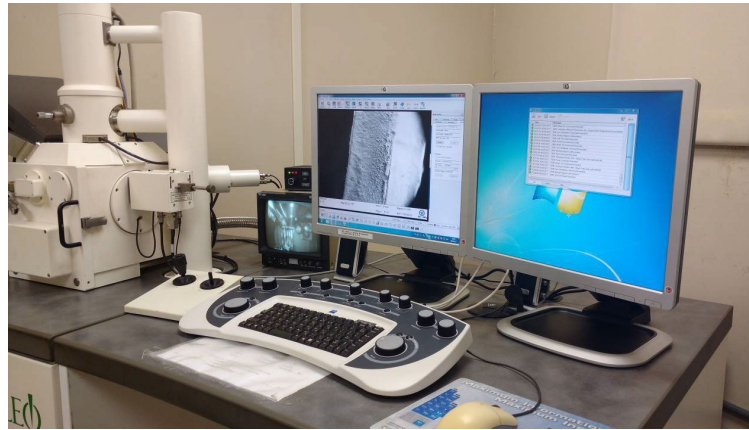
### Análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foram realizadas em um microscópio marca LEO, modelo LEO 1450VP, localizado no Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP) (Figura 2).





Figura 2: Microscópio Eletrônico de Varredura



Fonte: Autores, 2023.

As superfícies das amostras dos compósitos foram revestidas por uma fina camada de ouro (Figura 3) utilizando-se uma metalizadora, marca BAL-TEC, modelo MED 020 *Coating System*, provida com o sistema MCS 010 *Multi Control System*, também localizada no Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP).

Figura 3: Metalizadora.



Fonte: Autores, 2023.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Resultados das análises de Índice de Fluidez

Os resultados dos ensaios que determinaram o índice de fluidez do SAN puro e dos compósitos com pó de vidro estudados estão apresentados tabela 1. Conforme pode ser observado, com aumento do teor de vidro ao SAN ocorreu a diminuição do índice de fluidez nos compósitos.

Tabela 1 - Resultados dos valores de índice de fluidez

AMOSTRAS	ÍNDICE DE FLUIDEZ (g/10 min)
SAN PURO	13,84± 0,15
SAN – 10% vidro	12,26 ± 0,13
SAN – 15% vidro	10,46 ± 0,16
SAN – 20% vidro	8,36 ± 0,08

Fonte: Autores, 2023

Fazendo uma avaliação da influência da adição de pó de vidro na matriz de SAN que, por sua vez, apresentou um valor de IF de 13,84 g/10 min, a inserção de 10%, 15% e 20% de vidro acarretaram uma redução significativa (11,41%, 24,42% e 39,60%, respectivamente).

Dessa forma, a inserção de 10% e 15% de pó de vidro provocaram uma redução aceitável no IF do SAN sendo possível manter sua utilização. Mesmo inserindo a porcentagem de 20% de pó de vidro, a redução do IF do SAN em aproximadamente 40% variando do tipo de peça que será injetada, ainda pode ser considerada viável. Por exemplo, o compósito SAN-20% em peças com pouca complexidade, poderá vir a ser utilizado, e também para peças que não necessitem de espessuras de parede elevadas.

Henriques (2015), relatou que valores na faixa entre 28 e 31,3 g/10 min foram resultados de compósitos de PP de alta cristalinidade, valores elevados em relação





aos limites de especificação utilizados nas montadoras de automóveis em relação ao índice de fluidez.

### **Resultados das análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

De forma a encontrar a caracterização microestrutural do SAN puro e das três famílias de compósitos através de suas propriedades e verificar a incorporação do vidro realizou-se o MEV.

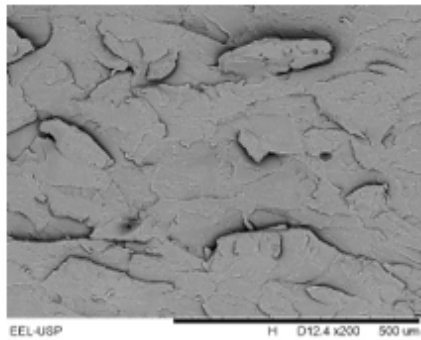
Pelas imagens pode-se observar que ocorreu uma boa aderência do pó de vidro criando assim uma homogeneidade satisfatória. Pelas imagens apresentadas na figura (Figura 4), pode-se observar uma distribuição homogênea das partículas do pó de vidro, não apresentando regiões com aglomerações de pó de vidro.

Então, pode-se garantir que o processo de incorporação via misturador termocinético foi capaz de promover uma mistura satisfatória do pó de vidro na matriz de SAN nas três concentrações estudadas.

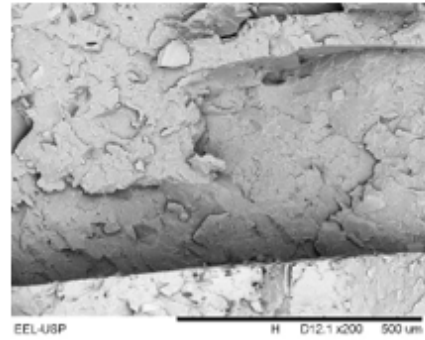




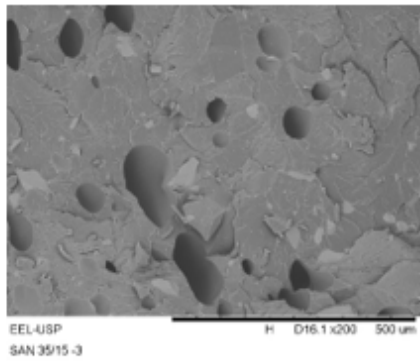
Figura 4: Imagens de MEV do SAN puro e das três famílias de compósitos SAN/vidro



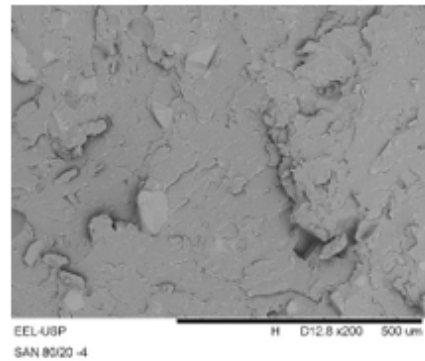
SAN Puro



SAN – 10%



SAN – 15%



SAN – 20%

Fonte: Autores, 2023

## CONCLUSÕES

O presente trabalho promoveu a avaliação da influência do teor de vidro nas propriedades reológicas e morfológicas de compósitos de SAN.

Uma tendência de redução do índice de fluidez conforme ocorreu aumento do teor de vidro no SAN pode ser observado. Entretanto, avaliando a influência da adição de pó de vidro na matriz de SAN que, por sua vez, apresentou um valor de IF de 13,84 g/10 min, a inserção de 10%, 15% e 20% de vidro acarretaram uma redução significativa (11,41%, 24,42% e 39,60%, respectivamente). Por exemplo, o compósito SAN-20% poderá ser usado em peças que possuem pouca complexidade, não necessitando de espessuras de parede elevadas.





Pelas imagens de MEV pode-se observar que ocorreu uma boa aderência do pó de vidro criando assim uma homogeneidade satisfatória. Pelas imagens apresentadas, pode-se observar uma distribuição homogênea das partículas do pó de vidro, não apresentando regiões com aglomerações de pó de vidro.

A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que os compósitos estudados nesse trabalho podem ser considerados uma alternativa viável para aplicações na indústria automobilística.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dos auxiliares técnicos do CIT/FOA.

## REFERÊNCIAS

HENRIQUES, L. **Estudo das propriedades físicas e mecânicas de compósito de polipropileno de alta cristalinidade reforçado com talco para aplicações automotivas em ambientes de alta temperatura “under the hood”**. Exame de Qualificação apresentado ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2015.

**ÍNDICE de fluidez: conheça este ensaio de materiais**. Blog C2LAB, São Paulo: C2LAB, 2021. Disponível em: <https://c2lab.com.br/blog-indice-de-fluidez-conheca-este-ensaio-de-materiais/>. Acesso em: 10 set. 2023.

**MICROSCOPIA: Princípios e Aplicações**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivres/livros/microscopia.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

SAKAHARA, R. M.; **Estudo da formação da fase cristalina Beta nos compósitos de polipropileno contendo anidrido maléico e carbonato de cálcio**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.

**TUDO** o que você precisa saber sobre índice de fluidez de resinas plásticas. Digitrol, São Paulo: Digitrol, 2021. Disponível em: <https://digitrol.com.br/tudo-voce-precisa-saber-sobre-indice-de-fluidez-de-resinas-plasticas/>. Acesso em: 10 set. 2023.