

# DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS À BASE DE POLIPROPILENO HETEROFÁSICO E NANOCARGAS ORGANICAMENTE MODIFICADAS PARA APLICAÇÃO NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Ciências Exatas e da Terra, Edição 121 ABR/23 / 13/04/2023

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7826336

Cíntia A. S. Silva<sup>1\*</sup>,

Gabriel S. Bassani<sup>1</sup>,

Maria José O. C. Guimarães<sup>1</sup>,

Ana Lúcia N. da Silva<sup>2</sup>

**Resumo** – O Polipropileno (PP) é um dos polímeros mais importante dentre as poliolefinas, entretanto suas propriedades não o tornam um bom material para aplicações de engenharia. A evolução das técnicas de síntese e processamento e a possibilidade de caracterização de materiais em escala nanométrica têm possibilitado o desenvolvimento de nanocompósitos poliméricos com novas e melhores propriedades para aplicações diferenciadas, tais como para a utilização no setor automobilístico. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo realizar um estudo preliminar das condições otimizadas de processamento de nanocompósitos de polipropileno heterofásico com uma nanocarga organicamente modificada em presença de um agente compatibilizante por meio de um planejamento de experimentos do tipo fatorial  $2^n$  com três pontos centrais. Foram variadas a velocidade da rosca (200-400 rpm) e o teor de nanocarga (1-5%). As condições ótimas preliminares de processamento foram

para o teor de 3% nanocarga e velocidade de rotação de 400 rpm. As análises de DRX indicaram uma boa dispersão da nanocarga na matriz do PP.

**Palavras-chave:** *nanocarga, nanocompósito, polipropileno, processamento, propriedades.*

## **Introdução**

A indústria automobilística apresenta grande destaque no processo de inovação e desenvolvimento tecnológico, principalmente com relação à demanda de novas tecnologias para o desenvolvimento de novos materiais de engenharia utilizados em seus automóveis. As poliolefinas são termoplásticos de baixo custo e com uma gama enorme de propriedades e aplicabilidade. No entanto, apresentam propriedades muito inferiores as dos termoplásticos de engenharia, não podendo ser utilizadas em aplicações que exigem grande desempenho dos materiais, como no caso do setor automobilístico (PAUL & ROBESON, 2008).

O advento da nanotecnologia e a evolução das técnicas de síntese e processamento, e a possibilidade de caracterização de materiais em escala nanométrica, tem possibilitado o desenvolvimento de nanocompósitos poliméricos com novas e melhores propriedades para aplicações diferenciadas.

O Polipropileno (PP) é um dos polímeros mais importante dentre as poliolefinas, mas para aplicações de engenharia precisa ter as suas propriedades mecânicas melhoradas. A confecção, por exemplo, de pára-choques à base de PP exige a tenacificação deste material pela incorporação de um material elastomérico em sua matriz. Entretanto, o aumento da propriedade ao impacto contribui de modo catastrófico para a diminuição da resistência a tração e do módulo de rigidez desse material. Por outro lado, a incorporação de cargas minerais leva a um aumento da rigidez e um decréscimo da resistência ao impacto. Assim, encontrar um balanço entre as diferentes propriedades mecânicas para este material tem sido um desafio para os pesquisadores. Em geral, a tenacificação pela incorporação de partículas rígidas a uma matriz polimérica, demanda o controle do tamanho e requer dispersão uniforme das partículas, além da

utilização de agentes compatibilizantes para promover uma boa interação matriz-carga (MODESTI et al., 2005).

A dispersão de uma carga inorgânica em uma matriz termoplásticas não é um processo fácil, especialmente quando se trata de nanopartículas, devido à ocorrência de aglomeração favorecida pela diferença de polaridade das fases matricial e dispersa. Além disso, parâmetros de processamento precisam ser otimizados de modo a favorecer uma boa dispersão e tenacificação da matriz termoplástica (MODESTI et al., 2005; VENKATESH et al., 2012; BRITO et al., 2008).

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo preliminar de otimização das condições de processamento para a preparação de nanocompósitos a base de polipropileno heterofásico com uma nanocarga mineral organicamente modificada para atender às especificações do setor automobilístico.

## **Parte Experimental**

O polipropileno utilizado neste trabalho é um PP heterofásico (*grade* CP 442 XP – Braskem), MFI = 6,0 g/10min. A nanocarga montmorilonita organicamente modificada utilizada foi a

Nanocor I.44P. O agente compatibilizante foi o PP maleatado com 2,7% de anidrido maleico (Polybond 3200 – Chemtura), MFI = 107 g/10 min.

Os nanocompósitos foram processados em uma extrusora dupla rosca (Tektrill – L/D = 36 e Diâmetro de rosca = 20 mm) utilizando um masterbatch (MORALES et al., 2012) contendo de 30% de nanocarga. Foi utilizado um planejamento de experimentos do tipo fatorial com três pontos centrais, cujas variáveis foram: velocidade da rosca de 200 a 400 rpm e teor de nanocarga de 1- 5% (%m/m) (Tabela 1). O teor de compatibilizante foi mantido constante de cerca de 10% e o perfil de temperatura utilizado no processamento foi de 90/120/150/160/185/190/200/200/210/210°C.

### **Tabela1** – Planejamento de experimentos

Experimento	Variável codificada		Variável não-codificada	
	Teor de Nanocarga (%m/m)	Velocidade da rosca (rpm)	Teor de Nanocarga (%m/m)	Velocidade da rosca (rpm)
1	-1	-1	1	200
2	+1	-1	5	200
3	-1	+1	1	400
4	+1	+1	5	400
5	0	0	3	300
6	0	0	3	300
7	0	0	3	300

Os nanocompósitos foram caracterizados quanto à fluidez (MFI Mod. LMI 4000 – DYNISCO), dispersão de nanocarga (Difratômetro de Raios-X, CuK $\alpha$  ( $\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$ ) à 25°C e ângulo de difração na faixa de 5-30°) e análise térmica (TGA Q500 – TA Instruments; Faixa de temperatura: 25-900°C, Taxa de aquecimento 10°C/min e Fluxo de Nitrogênio de 110 cm<sup>3</sup>/min) para a determinação do teor de nanocarga incorporado no masterbatch e estabilidade da matriz.

## Resultados e Discussão

### Incorporação da Nanocarga:

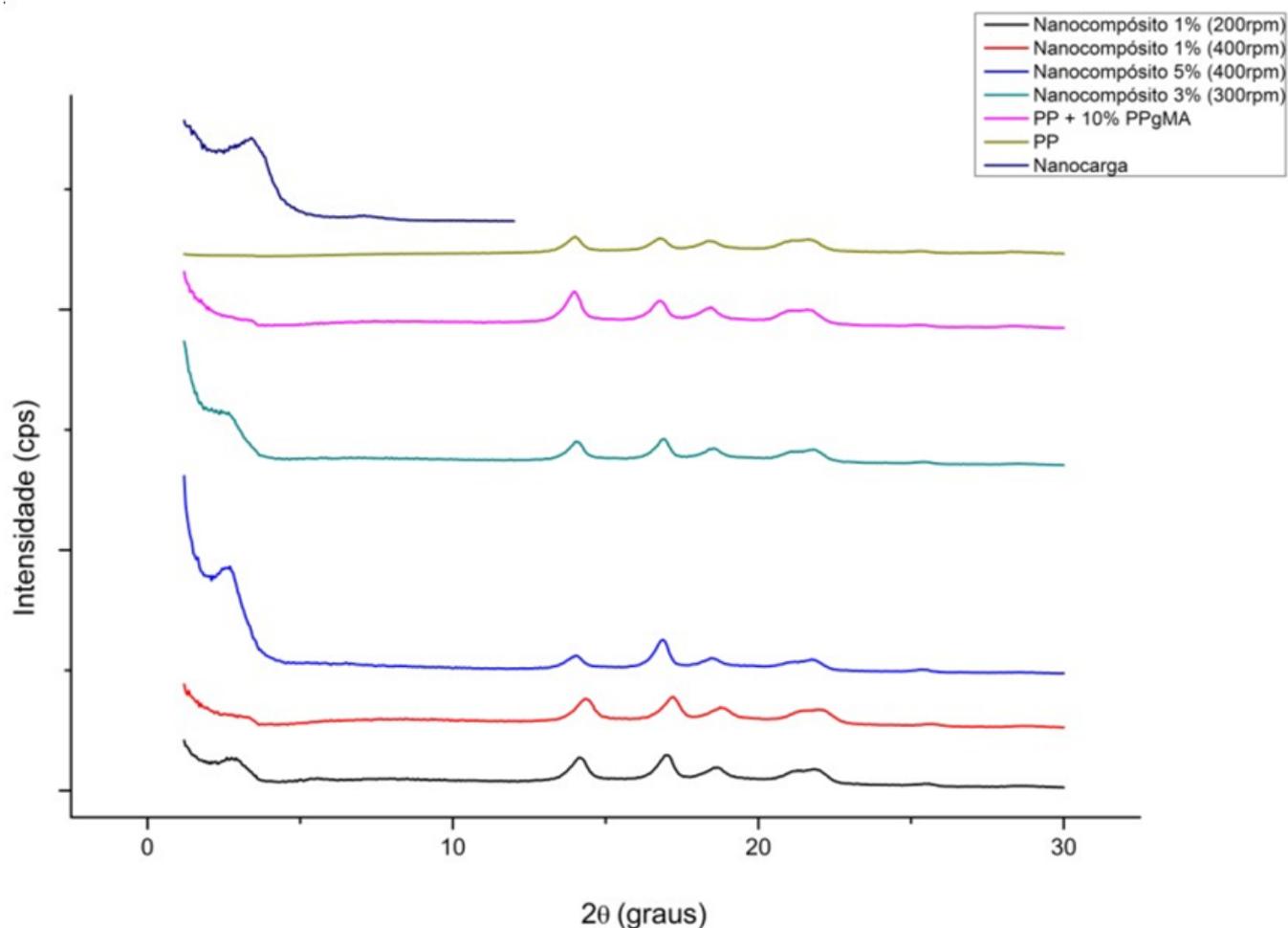
Para uma melhor dispersão da nanocarga na matriz polimérica foi preparada um concentrado (masterbatch) com o teor de carga de 30%. O masterbatch foi preparado de duas maneiras: incorporando a carga diretamente no agente compatibilizante, gerando uma baixa

incorporação da nanocarga (aproximadamente 50%) devido a alta fluidez do PP-g-MA; a segunda, a nanocarga foi incorporada em uma blenda de PP heterofásico – PP maleatado (60 : 40), obtendo-se uma incorporação de aproximadamente 90%.

Os termogramas do masterbatch apresentaram 3 eventos térmicos: 50-120°C relacionado a perda de água e voláteis correspondente a 15%; 200-350°C relacionado a perda de anidrido maleico e modificador orgânico (» 7%) e uma perda significativa de » 63% na temperatura de 430°C relacionada a quebra da cadeia polimérica do PP.

### **Dispersão da Nanocarga:**

As análises de difração de raios-X indicaram uma boa dispersão da nanocarga na matriz do polipropileno heterofásico, indicando que a nanocarga foi intercalada ou totalmente esfoliada, isto é, o pico de difração desta no ângulo  $2\theta = 3,45^\circ$  foi deslocado para menores ângulos ou foi praticamente ausente. Quanto maior a velocidade da rosca no processamento maior foi o deslocamento do pico da nanocarga, estando ausente para a velocidade da rosca de 400 rpm e 1% de nanocarga (Fig. 1).



**Figura 1** – Difração de raios-X dos padrões e alguns dos nanocompósitos processados.

### Índice de Fluidez:

As análises de Índice de Fluidez, seguindo o planejamento de experimentos, indicaram que quanto maior o teor de nanocarga, menor o MFI (1% carga: » 9 g/10 min; 3% carga: » 6,5 g/10 min; 5% carga: » 4,5 g/10 min) (Tabela 2). Observa-se que o plastificante provoca um efeito de diluição da matriz do PP heterofásico para o teor de até 3% carga.

**Tabela 2** – Índice de Fluidez

Experimento	MFI (g/10min)
1	8,88 ± 0,66
2	4,4 ± 0,28

3	8,96 ± 0,61
4	4,4
5	6,48 ± 0,33
6	6,32 ± 0,18
7	6,56 ± 0,36

As análises de outras propriedades, tais como mecânicas, reológicas e morfológicas estão em andamento.

## **Conclusão**

A partir do planejamento de experimentos foi possível observar preliminarmente que as condições otimizadas para o processamento do nanocompósito para atender especificações do setor automobilístico seriam um teor de carga de 3% pois não gera grande variação de índice de fluidez em relação ao da matriz polimérica, o qual já é específico para o processo de injeção de peças automotivas. Observa-se também que a maior dispersão (esfoliação) de nanocarga foi obtida em uma velocidade da rosca de 400 rpm. A incorporação de nanocarga também aumentou a estabilidade térmica de matriz de PP.

## **Referências**

BRITO, G.F.; OLIVEIRA, A. D. DE; ARAÚJO, E. M; MELO, T. J. A. DE; BARBOSA, R.;

ITO, E. N. Nanocompósitos de Polietileno/Argila Bentonita Nacional: Influência da Argila e do Agente Compatibilizante PE-g-MA nas Propriedades Mecânicas e de Inflamabilidade. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol.18, n2, p.170-177, 2008.

MODESTI, M.; LORENZETTI, A.; BON, D.; BESCO, S. Effect of processing conditions on morphology and mechanical properties of compatibilized polypropylene nanocomposites. *Polymer*, v. 46, n. 23, p. 10237-10245, 2005.

MORALES, A.R.; PAIVA, L. B. DE; ZATTARELLI, D.; GUIMARÃES, T. R. Morphology, Structure and Mechanical Properties of Polypropylene Modified with Organophilic montmorillonite. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol.22, n1, p.54-60, 2012.

PAUL, D. R.; ROBESON, L. M. Polymer nanotechnology: nanocomposites. *Polymer*, v. 49, n. 15, p. 3187-3204, 2008.

VENKATESH, G. S.; DEB, A.; KARMARKAR, A.; CHAUHAN, S. S. Effect of nanoclay content and compatibilizer on viscoelastic properties of montmorillonite/polypropylene nanocomposites. *Materials & Design*, v. 37, p. 285-291, 2012.

---

*<sup>1</sup>Departamento de Processos Orgânicos, Escola de Química – UFRJ – RJ  
(cintiaazevedoss@gmail.com)*

*<sup>2</sup>Instituto de Macromoléculas Professora Eloísa Mano – UFRJ – RJ*

[← Post anterior](#)

---

## RevistaFT

**A RevistaFT é uma Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B2” em 2023.** Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clikando aqui](#).



## Contato

**Queremos te ouvir.**

**WhatsApp:** 11 98597-3405

**e-Mail:** contato@revistaft.com.br

**ISSN:** 1678-0817

**CNPJ:** 48.728.404/0001-22

## Conselho Editorial

### **Editores Fundadores:**

Dr. Oston de Lacerda Mendes.

Dr. João Marcelo Gigliotti.

### **Editora Científica:**

Dra. Hevellyn Andrade Monteiro

### **Orientadoras:**

Dra. Hevellyn Andrade Monteiro

Dra. Chimene Kuhn Nobre

Dra. Edna Cristina

Dra. Tais Santos Rosa

### **Revisores:**

Lista atualizada periodicamente em [revistaft.com.br/expediente](http://revistaft.com.br/expediente) Venha fazer parte de nosso time de revisores também!

Copyright © Editora Oston Ltda. 1996 - 2023

Rua José Linhares, 134 - Leblon | Rio de Janeiro-RJ | Brasil