

# AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE EXTRUSÃO NA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS COM CARGA PARTICULADA UTILIZANDO SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Aline Costa Cezar<sup>1</sup>; Marcus V. B. O. Ribeiro<sup>2</sup>; Michele D. M. Mota<sup>2</sup>; Josiane V. Dantas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Materiais;

Iniciação científica – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB); alineczar08@gmail.com

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; josianedantas@fieb.org.br

## RESUMO

O processamento de polímeros consiste na atuação de diversos parâmetros físicos que afetam diretamente as propriedades do material, por isso, a utilização de softwares de simulação computacional prevê comportamentos precisos e evitando desperdício de energia, tempo e de recursos. Com isso, o presente trabalho visa analisar e comparar parâmetros de processo de extrusão de compósitos com polipropileno (PP) e carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) com os parâmetros simulados. Foram obtidos compósitos na proporção de 15% de  $\text{CaCO}_3$  e variou-se a velocidade de rosca entre 200 e 300 RPM. Foram comparados os resultados experimentais com os resultados fornecidos pelo software. Os resultados indicaram aumento da temperatura da massa fundida à medida que a velocidade da rosca aumentava tanto para a simulação quanto para o experimento e a partir da simulação computacional foi analisado o comportamento térmico ao longo do corpo do barril em relação com os elementos da rosca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compósitos; Simulação; Extrusão; Velocidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A inserção de cargas minerais em polímeros termoplásticos vem ganhando alta visibilidade para o desenvolvimento de compósitos, sendo que dentre as cargas minerais, o carbonato de cálcio tornou-se o mineral mais utilizado como elemento de carga para as indústrias de plásticos devido às qualidades de controle de viscosidade e aumento de resistência ao produto final<sup>1</sup>. O desempenho e as propriedades dos materiais compósitos dependem da composição, morfologia e as interações da carga-matriz e, também, do processamento<sup>2</sup>. Para a obtenção de compósitos, os materiais passam por alguns processos de transformações, que acontecem geralmente no estado fundido, em que são submetidos às elevadas temperaturas, que influenciam criticamente a estabilidade, conformação e interações intra e intermoleculares das cadeias poliméricas e, conseqüentemente, as propriedades<sup>2</sup>. Uma das formas mais utilizadas para a obtenção de materiais é o processamento via extrusão. Nesse processo, ocorre uma reação inicial de quebra da ligação covalente principal ou em grupos laterais da macromolécula que pode afetar fatores grau de cristalinidade do material, e conseqüentemente, as propriedades mecânicas do material<sup>3</sup>, por isso o estudo detalhado do processo se faz necessário para viabilizar a máxima eficiência de produção que pode ser facilitado através da previsão dos parâmetros, permitindo alterar e modificar mais rapidamente a qualidade do material processado; como também manter um maior controle das variáveis envolvidas no processo, o que de forma geral possibilita melhorar o desempenho e a eficiência do mesmo<sup>4</sup>. Em vista disso, o presente trabalho visa analisar e comparar parâmetros da temperatura do processo de extrusão de compósitos com polipropileno (PP) e carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) com os parâmetros simulados virtualmente através da variação da velocidade da rosca.

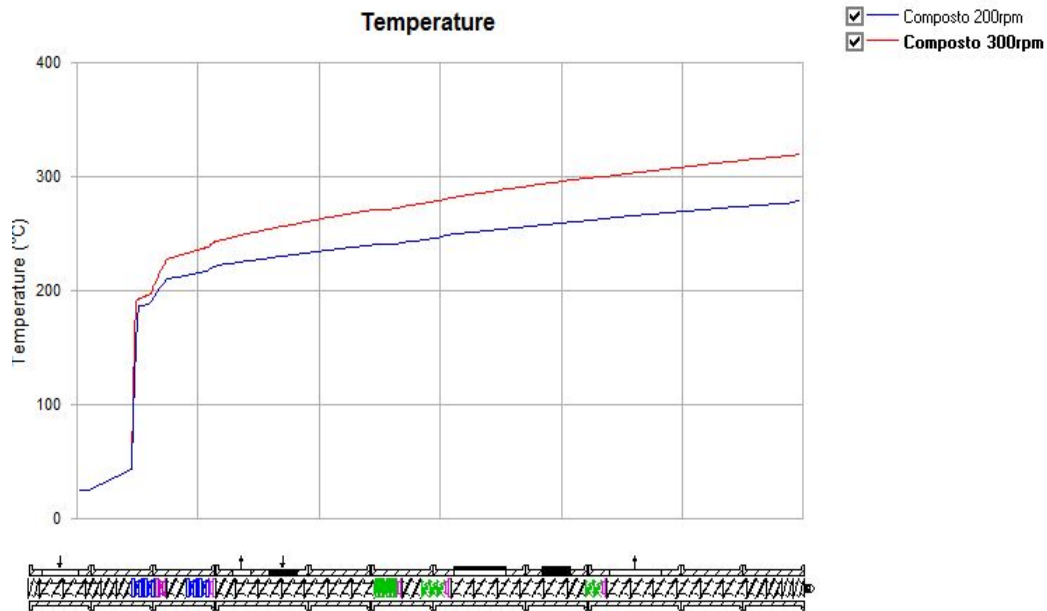
## 2. METODOLOGIA

A matriz utilizada neste trabalho foi o polipropileno produzido pela Braskem sob o nome comercial H503 fornecido na forma de pellets juntamente com o carbonato de cálcio com tamanho médio de 44  $\mu\text{m}$  (325 mesh). O compósito foi preparado com 15% de carga em uma extrusora Berstorff de 35 mm de diâmetro e 50 diâmetros de comprimento no SENAI-CIMATEC (Salvador, BA) e extraído através de uma matriz de 4 furos. A extrusora foi operada com diferentes velocidades de rotação das roscas (200 e 300 RPM), sendo que para cada velocidade foram analisadas os parâmetros de temperatura da massa fundida durante 5min. Para as zonas de temperaturas foram utilizadas 30, 180, 180, 180, 185, 185, 190, 195 e 200°C nas oito primeiras zonas, respectivamente, e nas restantes foi fixada 210°C, com vazão de alimentação de 10 kg/h. O software comercial Twin-Screw Extruder Simulator – WinTXS da PolyTtech (USA) foi utilizado nas simulações de processo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

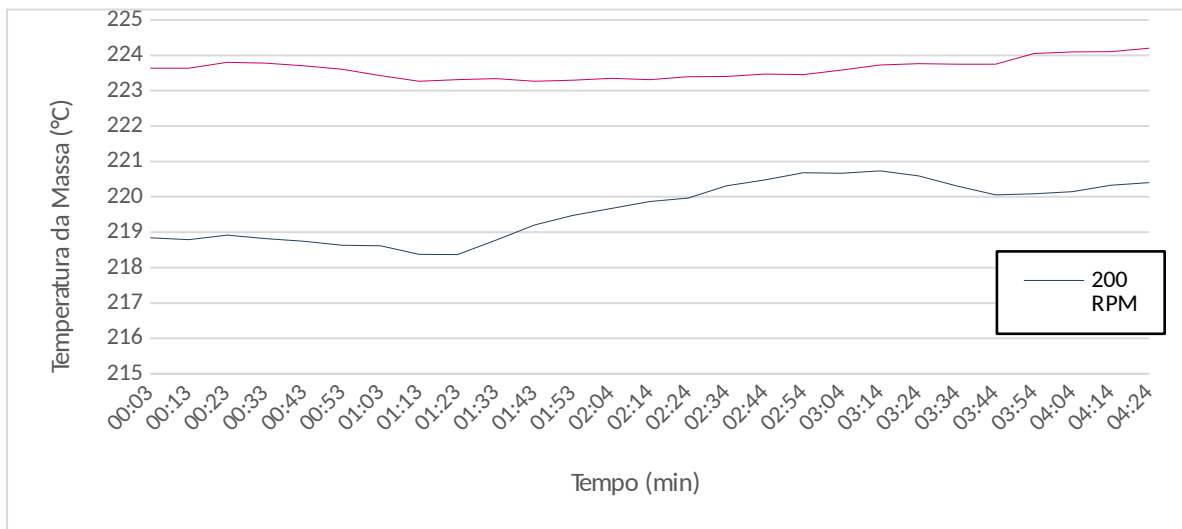
Na Figura 1 pode ser observado a simulação do perfil da temperatura durante o processamento de PP15CACO3 a uma vazão de 10 kg/h e diferentes velocidades de rotação

Figura 1. Simulação do Perfil de Temperatura PP15CACO3



Na Figura 2, observa-se o perfil da temperatura obtido durante o processamento real de PP15CACO3 a uma vazão de 10 kg/h e diferentes velocidades de rotação,

Figura 2. Perfil de temperatura da extrusão do PP15CACO3



A simulação do processo permitiu identificar como e onde a configuração da rosca afetaria o desempenho do processo<sup>2</sup>, sendo perceptível o aumento da temperatura a partir do avanço polímero pelo corpo da rosca, em que a temperatura máxima é atingida durante a mistura extensiva.

Os resultados experimentais ainda são preliminares, no entanto já é possível observar que o aumento da temperatura da massa fundida se demonstrou diretamente proporcional ao aumento da velocidade da rosca. A temperatura do polímero fundido depende quase que exclusivamente da dissipação de energia mecânica, que aumenta com a medida que a velocidade da rosca aumenta<sup>2</sup>, em decorrência do maior deslocamento das moléculas do fluido em determinado instante de tempo, conseqüentemente, resultante do aumento da taxa de cisalhamento do processamento<sup>3</sup>.

Para a Figura 1, percebe-se que se o aumento constante da temperatura ao longo da extrusora, o que revela que a dissipação de energia mecânica por atrito viscoso supera a capacidade de transferência de calor através das paredes do barril<sup>3</sup>, podendo chegar a altos valores que não foram identificados no experimento real.

Percebe-se que na Figura 2, após atingir a temperatura de fusão, o compósito apresentou certa estabilidade entre as temperaturas de 215 a 225°C. Além disso, os dados experimentais as temperaturas da massa se mantiveram aproximadamente constantes para as respectivas velocidades, enquanto para o simulado, os valores tenderam temperaturas elevadas chegando a ultrapassar 300°C. Porém, é perceptível que com 200 RPM a temperatura do fundido teve maior variação do que com 300RPM, que possivelmente, deve-se a ação dos mecanismos termomecânicos no polipropileno, que resultaram na redução da viscosidade do material<sup>5</sup>, do tempo de residência e contínuo favorece o fluxo mais contínuo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, pode-se perceber que para a simulação a velocidade da rosca teve efeito bem mais significativo sobre a temperatura da massa fundida. A partir do estudo do processamento através da simulação computacional, foi perceptível a relação crescente entre o aumento da rotação da rosca e taxa de cisalhamento, conseqüentemente, maiores perfis de temperatura de massa fundida à medida que a variação aumentava que foi constada através da análise dos dados experimentais. A simulação computacional também permitiu compreender o comportamento esperado ao longo do barril e também predir possíveis temperaturas e necessárias para o experimento. A análise da temperatura mostrou que possivelmente o aumento da velocidade provocou a redução da viscosidade e melhorou o escoamento do fluido favorecendo a continuidade do processamento; e também que a variação da velocidade da rosca aumenta em aproximadamente 5°C para cada velocidade.

#### 5. REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> E. A. Silva. **Processamento e Caracterização de Compósitos de Polipropileno/Carbonato de Cálcio (PP/CACO3) para Possível Utilização na Indústria Automobilística**. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais), Fundação Oswaldo Aranha, 2011

<sup>2</sup> PEREIRA B. A., Camila. **Processamento de Compósitos De Polipropileno/Pó De Madeira em Extrusora de Dupla Rosca**. Dissertação. Universidade Federal de Campina Grande. 2018

<sup>3</sup> SANTOS ALMEIDA, Rosemeire. **Influência da Velocidade de Rotação no Processo de Extrusão do Polipropileno Virgem e Reciclado**. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, 2010

<sup>4</sup> E. P. Soares. **Simulação Computacional da Distribuição de Tempo de Residência e dos Parâmetros de Energia em uma Extrusora Dupla Rosca Corrotacional**. Universidade Federal de Campina Grande, 2017

<sup>5</sup> CANEVAROLO JR. V, Sebastião. **Ciência dos Polímeros**. São Paulo: Artilber, 2002.