

# VISUALIZAÇÃO DE COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS EM ESCOAMENTOS DE CONTRAÇÃO

**Aluno: André Braghini Ramalho**  
**Orientadora: Mônica Feijó Naccache**

## Introdução

Dentre os processos de conformação mecânica existentes, um dos mais importantes é o de extrusão. Esse tipo de processo consiste em forçar um material a passar através de um orifício, gerando um escoamento predominantemente extensional.

Com isso em mente pretendemos, nesse projeto, investigar os efeitos da variação das propriedades reológicas dos materiais poliméricos termoplásticos reforçados em escoamentos extensionais.

A adição da fibra em uma matriz polimérica é um método conhecido por melhorar as propriedades mecânicas dos termoplásticos. Esses materiais apresentam um comportamento muito complexo na fase líquida, devido à orientação das fibras, interações entre elas e às propriedades da matriz polimérica. Suas características e variedades de combinações entre resinas e materiais de reforço, fazem com que os compósitos apresentem uma excelente resistência mecânica.

As fibras curtas não são necessariamente distribuídas de maneira ótima durante seu processamento e só começam a se orientar ao longo de determinados sentidos preferenciais, podendo induzir uma anisotropia nas propriedades mecânicas.

A utilização das fibras em matrizes é amplamente utilizada em aplicações nos setores aeronáutico, naval e automobilístico, dentre outros.

Para esse projeto, utilizaremos fibras de wollastonita, um metasilicato de cálcio ( $\text{CaOSiO}_2$ ). Esse mineral possui uma composição de 48,3% de óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) e 51,7% de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), podendo apresentar pequenas quantidades de alumínio, ferro, magnésio, potássio e sódio.

Embora muitos autores venham estudando o comportamento reológico dos termoplásticos reforçados, bem como a correta previsão de orientação das fibras no escoamento, a literatura disponível ainda é insatisfatória.

Em virtude disso, faz-se necessário um estudo das propriedades reológicas para avaliar o comportamento e orientação das fibras no escoamento, relacionando-a com a viscosidade extensional.

## Procedimento experimental

O aparato experimental é composto de uma caixa de visualização, uma bomba helicoidal de deslocamento positivo, para que não haja danos às fibras, e uma câmera digital de alta resolução. O fluido a ser utilizado no experimento é uma matriz de fluido de Boger (polibuteno e poliisobutileno) e uma fase dispersa, fibras de wollastonita.

O funcionamento do experimento consiste no escoamento do fluido através de uma contração de um tubo de acrílico transparente.

Para evitar distorções óticas devido à seção de contração, a região de interesse é imersa em uma caixa de acrílico totalmente preenchida com glicerina. A parte anterior à contração será conectada, por meio de um tubo flexível à bomba. Na parte posterior a contração, outro tubo será conectado diretamente ao reservatório que alimenta a bomba, para que o

experimento funcione em reciclo. Um modelo esquemático do experimento é apresentado na fig. 1

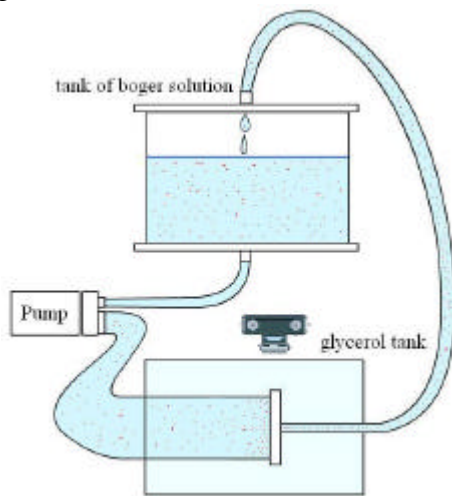


Figura 1: Montagem do experimento

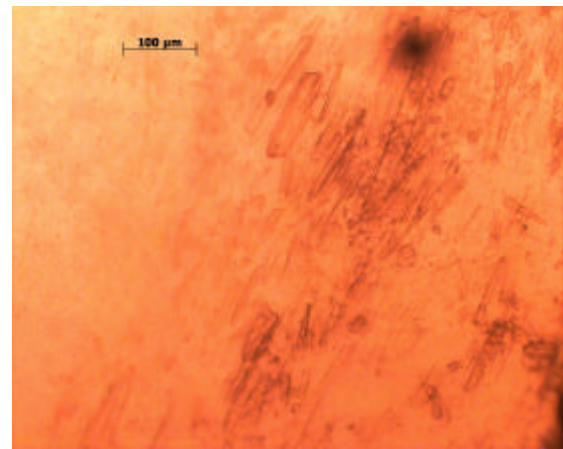


Figura 2: Fibras de wollastonita no fluido de Boger

### Análise numérica

Em paralelo ao estudo experimental, são previstas também simulações numéricas do escoamento usando o Polyflow®, visando determinar modelos constitutivos que descrevam de forma satisfatória o comportamento destes materiais.

### Resultados esperados

No período transiente do escoamento, é esperado um comportamento aleatório da fase dispersa, bem como a formação de vórtices antes da contração. Entretanto, para o regime permanente é esperado uma concentração das fibras na contração e a orientação das fibras na direção do fluxo do escoamento.

O estudo desse escoamento será realizado para diferentes concentrações da matriz e da solução dispersa. Para o estudo da viscosidade extensional, tomadas de pressão serão efetuadas antes e depois da contração, bem como a utilização da câmera fotográfica para correlacionar a orientação das fibras com a diferença de pressão e com a viscosidade extensional. Este estudo permitirá uma análise detalhada das características das propriedades extensionais do fluido com fibras.

### Referências

- 1 - CALADO, Verônica M.A., WHITE, James M. e MULLER, Susan J. Transient Behaviour of Boger fluids under extended shear flow in a cone-and-plate rheometer. Rheol Acta(2005) 250-261.
- 2 - Callister Jr, William D. **Ciência e engenharia de matérias: uma introdução**. 5.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2002. 563p.