

# ESTUDO DE REVISÃO SOBRE PARÂMETROS DE EXTRUSÃO PARA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS COM FIBRAS NATURAIS

**Michele Damiana Mota Martins**<sup>1</sup>; Josiane Dantas Viana Barbosa<sup>2</sup>; Joyce Batista Azevedo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Materiais e graduada em Logística pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC; Bolsa de pesquisa – Fapesb; michele.motamartins@gmail.com

<sup>2</sup>Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; josianedantas@fieb.org.br

<sup>3</sup>Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais; Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB); joycebazevedo@yahoo.com.br

## RESUMO

Esse projeto de pesquisa visa realizar uma revisão bibliográfica dos parâmetros de extrusão para produção de compósitos com fibras naturais. As fibras naturais apresentam restrições de temperatura quanto ao processamento. Além disso, é necessário obter uma configuração de rosca que satisfaça a distribuição e dispersão da mesma na matriz polimérica. Para tanto, foi inicialmente realizado um estudo bibliográfico em língua inglesa e portuguesa para fundamentação teórica do projeto. Essa etapa é crucial e indispensável, pois busca encontrar na literatura parâmetros de extrusão, correlação entre a reologia do polímero e o processamento, configurações de rosca e fibra vegetais mais adequados para o estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compósitos; Extrusão; Fibras naturais.

## 1. INTRODUÇÃO

Os compósitos são materiais constituídos de uma fase matriz e outra fase dispersa. A matriz, geralmente, é constituída por um único material e, sua característica principal, é impregnar a carga de maneira uniforme, mantendo uma distribuição regular da carga na própria matriz.<sup>1</sup>

O projeto em estudo tem por objetivo avaliar os parâmetros de extrusão para obtenção de compósitos com fibras vegetais. Quando se trabalha com compósitos com fibras naturais é indispensável o estudo detalhado dos parâmetros de processamento, bem como a geometria da fibra. Para as resinas termoplásticas, propriedades como grau de cristalização, morfologia e orientação da rede polimérica estão diretamente relacionadas às condições de processamento (Levy e Pardini, 2006 apud Lopes, 2017).<sup>2</sup> Isso influencia fortemente nas propriedades mecânicas, evidenciando a importância do estudo adequado dos parâmetros de processamento.

Os tipos de elementos de rosca que constituem uma extrusora dupla rosca é um norteador para obtenção de compósitos com cargas mais distribuídas e dispersas. Por exemplo, roscas com misturadores e cisalhadores intensivos melhoram a plastificação para altas vazões, aumentando assim a eficiência da extrusora. Além disso, a geometria da rosca interfere nas características de transferência de calor, taxa de cisalhamento e uniformidade da vazão afetando a plastificação do polímero.<sup>3</sup>

Segundo Fornari Junior, 2017, as fibras vegetais em compósitos podem desempenhar, na matriz, a função de cargas de enchimento ou de reforço. Tais fibras podem ser utilizadas na forma micronizada ou alongada. Quando alinhadas no sentido da aplicação das tensões, as fibras alongadas podem promover o aumento da resistência mecânica, mas, é importante salientar que, além disso, é necessária uma boa interação da fibra com a matriz. A resistência ao impacto (RI) é diretamente afetada pelo tipo de carga; quando fibrosa obtém-se o aumento RI – realizando a medição pelo sentido perpendicular ao alinhamento das fibras; quando o reforço é particulado, obtém-se a redução do RI.<sup>4</sup>

Dentre os compósitos com fibras naturais encontram-se os WPC's (Wood Plastic Composites). Esse compósito formado por uma matriz polimérica e madeira ganhou relevância e, segundo Correa et al., 2003, tem encontrado aceitação no mercado de construção civil e automobilístico devido a sua leveza, versatilidade e baixo custo quando comparado com a madeira in natura ou outros componentes poliméricos reforçados com cargas minerais. Diante dos benefícios na utilização dos WPC's, o mesmo ganhou popularidade na última década, principalmente nos Estados Unidos. Como limitações, esses materiais absorvem muita umidade e são mais densos e menos rígidos que a madeira.<sup>5</sup> Portanto, por ser um material promissor e de fácil acesso, nesse projeto, será utilizado, como fibra vegetal, a madeira.

Nos WPC's (Wood Plastic Composites), Mondardo, 2006, cita alguns fatores que influenciam na interação da matriz/carga, são eles: propriedade dos componentes da blenda, capacidade de modificação química da matriz polimérica e/ou da fase dispersa, procedimento de incorporação da carga e as condições de processamento utilizado para obter o compósito.

## 2. METODOLOGIA

Essa etapa do projeto foi desenvolvida por meio de pesquisas em artigos científicos, anais de congressos, teses e livros. A busca foi realizada em língua portuguesa e inglesa. A literatura utilizada neste resumo expandido compreendem os anos de 2003 a 2018. Foram selecionados 32 elementos de pesquisa, que compreendem artigos científicos, anais de congressos, teses e livros, e realizado uma nova seleção, restando 19 elementos de pesquisa. Essa seleção foi realizada avaliando-se o conteúdo de tais elementos e sua relevância no projeto.

Ao longo do desenvolvimento do projeto poderão ser selecionados novos elementos de pesquisa, visto que, durante o desenvolvimento do mesmo, podem surgir questionamentos, novos parâmetros de processamento e novas necessidades de busca literária.







## 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### *Processamento de termoplásticos com madeira*

O processamento de WPC pode ser realizado em extrusoras mono roscas e dupla roscas. A extrusão mono rosca de perfis é composta basicamente por elementos de transporte e alguns pontos de amassamento. Esse tipo de processamento apresenta desvantagens significativas como a baixa capacidade de mistura devido à baixa taxa de cisalhamento, baixa produtividade e altas velocidades angulares da rosca. Para a extrusão dupla rosca, quanto mais elementos de amassamento, melhores serão as taxas de cisalhamento, capacidade de mistura e reatividade do equipamento. Além disso, a pressão e contra pressão promovidas pelos elementos de mistura da rosca ajuda na melhor dispersão dos componentes do WPC.<sup>6</sup>

Durante o processamento em extrusora dupla rosca alguns elementos de condução e malaxagem são cruciais no processo de mistura, condução e cisalhamento. Tais elementos estão descritos na Fig. 1.

Figura 1: (A) Elementos de condução; (B) Elementos malaxagem. Fonte: Richart, 2013 apud adaptado de Sperling, 1997.<sup>7</sup>

(A) Elemento			(B) Elemento				
Descrição	 Fluxo direto com passo de rosca largo	 Fluxo direto com passo de rosca estreito	 Fluxo reverso com passo de rosca estreito	Descrição	 Ângulo entre discos de 90°	 Passo de rosca direito (45°)	 Passo de rosca reverso (45°)
Mistura	Baixa	Baixa	Baixa, com barreira do fundido	Mistura	Alta	Baixa	Médio, com barreira do fundido
Cisalhamento	Baixo	Baixo	Médio	Cisalhamento	Alto	Baixo	Alta
Condução	Rápido	Lento	Contra-fluxo	Condução	Baixa	Alto	Contra-fluxo

### *Farinha de Madeira*

O pó de madeira é bastante higroscópico e absorve, de forma rápida, 5 a 15% de água quando em contato com o ar úmido a temperatura ambiente. As fibras de madeira apresentam densidade relativamente baixa, 0,4 a 0,7 g/cm<sup>3</sup>, proveniente das camadas de ar no interior das células. Porém, a densidade das paredes celulares é em torno de 1,4 a 1,5 g/cm<sup>3</sup>. No decorrer do processamento, as partículas do pó de madeira são comprimidas e geram a quebra total ou parcial das fibras ocas. Devido a isso, a densidade real das partículas de pó de madeira em compósitos com matriz polimérica não é conhecida, mas, em geral, são próximas à da parede celular. Outro fator importante no processamento de compósitos com fibras vegetais é a degradação térmica do material celulósico que pode ser agravado com a presença da água. A liberação de substâncias voláteis ocorre a temperaturas de, aproximadamente, 200°C através da degradação hidrolítica das fibras vegetais e, o início de perda de massa, a temperaturas próximas a 220°C.<sup>8</sup> Consequentemente, a temperatura de processamento dos compósitos com farinha de madeira deve atender a esse requisito.

### *Matriz termoplástica*

O Polímero é qualquer material sintético ou natural, orgânico ou inorgânico que apresenta uma estrutura de alto peso molecular e com variedades estruturais repetitivas, sendo a unidade que se repete de baixo peso molecular. Tais polímeros podem ser divididos em duas características tecnológicas: termoplásticos e termorrígidos.<sup>4</sup> Os termofixos são polímeros que, quando moldados, tornam-se rígidos e são infusíveis e

insolúveis. Já os termoplásticos, quando aquecidos a uma dada temperatura, fundem, tornando-se viscosos e maleáveis e, quando resfriados, endurecem sendo rígidos. Portanto, são fusíveis e solúveis.<sup>9</sup>

Quando avaliado a estrutura cristalina dos materiais poliméricos, pode-se destacar que os mesmos são parcialmente amorfos, pois, como esses materiais apresentam longas cadeias, tendem a se tornar emaranhados, principalmente quando apresentam grupos laterais. A região ordenada é conhecida com cristalitos e, a proporção desses cristalitos, quantifica a cristalinidade do material.<sup>9</sup> A taxa de cristalização pode ser identificada por meio da velocidade de crescimento dos cristais ou pela velocidade de liberação de energia térmica pelo material. Esses comportamentos podem ser visto por meio de calorimetria exploratória diferencial (DSC).<sup>10</sup>

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etapa da fundamentação teórica no estágio inicial do projeto foi fundamental para nortear as próximas etapas de execução. Por meio desta foi possível compreender os elementos de mistura mais adequados para processamento, definir as resinas termoplásticas a ser estudado e entender o quão importante é tais parâmetros no comportamento reológico do compósito extrudado.

#### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> FURNARI JUNIOR, Celso C. M. **Fibras Vegetais para Compósitos Poliméricos**. Ilhéus: Editus, 2017.
- <sup>2</sup> LOPES, B. L. S. **Polímeros Reforçados por Fibras Vegetais uma Revisão sobre esses Compósitos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2017.
- <sup>3</sup> MANRICH, S. **Processamento de Termoplásticos: rosca única, extrusão e matrizes, injeção e moldes**. São Paulo: Artiber Editora, 2005.
- <sup>4</sup> CANEVAROLO JR, S.V. **Ciência dos Polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. São Paulo: 3ª ed., Artiber Editora, 2013.
- <sup>5</sup> SCHAEDLER, F. **Estudo da Utilização de Serragem de Eucalipto como Reforço de Polipropileno**. Tese de Diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- <sup>6</sup> MONDARDO, F. H. **Compósitos com Polipropileno e Farinha de Madeira**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- <sup>7</sup> RICHART, F. S. **Influência do Processamento na Preparação de Compósito PEAD/PEBDL/Argila Organofílica para utilização em Equipamentos para o Setor Elétrico**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- <sup>8</sup> PEREIRA, C. A. B. **Processamento de Compósitos de Polipropileno/Pó de Madeira em Extrusora de Dupla Rosca**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.
- <sup>9</sup> FOOK, M. V. L., CARDOSO, M. J. B. **Estrutura Cristalina**. São Paulo: Artiber Editora, 2015.
- <sup>10</sup> CANEDO, E.L; WELLEN, R. M. R; ALMEIDA, Y. M. B. **Cristalização de Polímeros – Tratamento de Dados e Modelagem Macrocinética**. Recife: ANP PRH-28/DEQ/UFPE, 2016.