

# AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE DE CONTATO DE INJEÇÃO E PRESSÃO DE RECALQUE NA FORÇA DE ADESÃO DE MATERIAIS MULTICOMPONENTES

Marcus V. B. de O. Ribeiro<sup>1</sup>; Joyce B. Azevedo<sup>2</sup>; Luciano Pisanu<sup>3</sup>; Luís H. S. dos Santos<sup>3</sup>; Josiane D. V. Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Materiais; Bolsista de Iniciação Tecnológica(IT)–CNPq; marcus.vinicius.badaro@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS), Universidade Federal do Recôncavo Baiano – Feira de Santana (UFRB), Feira de Santana, BA

<sup>3</sup> Centro Universitário, SENAI CIMATEC, Salvador, BA; josianedantas@fieb.org.br

## RESUMO

A necessidade de estudos em aplicações de multimateriais e de melhores rendimentos, tornou primordial o domínio das influências dos parâmetros de injeção de multicomponentes para melhores resultados nas resinas poliméricas. A sua grande potencialidade de uso e aplicação em formas complexas tem sido imensamente requeridas na indústria para a combinação de propriedades distintas dos materiais. Com finalidade de avaliar a influência da pressão de recalque e superfície de contato na força de adesão entre o polipropileno e um compósito de carregado com fibra de coco, foi desenvolvido um corpo de prova com geometria baseado na norma ISO 527, que possibilita variar a região de interface dos materiais. Os resultados da força de adesão obtidos através de um dispositivo especialmente desenvolvido evidenciaram que o aumento da região de contato possui melhor influência que a pressão de recalque na força de adesão.

**PALAVRAS-CHAVE:** multicomponentes, força de adesão, overlap, injeção, sobremoldagem, pressão de recalque

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento nas aplicações dos materiais poliméricos vem se aprimorando rapidamente com o desenvolvimento de novas tecnologias e novas exigências mercadológicas. Em paralelo a esse desenvolvimento acontece a busca e a aplicação de materiais mais leves e resistentes de forma estratégica e estrutural em diversos segmentos. Por muitas das oportunidades destas aplicações objetivarem a união de materiais, pelas solicitações diferentes de esforços mecânicos, houve uma crescente busca por métodos de aprimorar e entender esses mecanismos de união, surgindo assim à injeção de multimaterias.

As condições de injeção para o procedimento em multimateriais mantem-se iguais em relação ao processo simples: pressão de injeção, pressão de recalque, taxa de alimentação, aquecimento e resfriamento.<sup>1</sup> Pela praticidade em seu processo, esse método tende a facilitar a fabricação e montagem das peças envolvidas.<sup>2</sup> Essa tecnologia não se limita a aplicação estrutural, ela também se faz aplicável desde o uso na injeção de produtos de cores divergentes, como na aplicação de objetos empregados em longos períodos de uso, pela necessidade de conforto.<sup>3</sup>

Ao se tratar de aplicações multimateriais uma dos grandes cuidados é a existência da boa adesão entre os materiais envolvidos. O método para se conseguir uma boa adesão pode ser alcançada por meio da correta escolha pela compatibilidade e interação dos materiais, do design adequado e controle dos parâmetros de processamento<sup>1</sup>.

Sendo assim, o presente trabalho busca observar a influência do *overlap* (área de sobreposição) e pressão de recalque na força de adesão de multicomponentes através do processo de injeção e observar a existência de correlação entre eles. Visto que, a força de adesão é de extrema importância para sucesso na aplicação da técnica.

## 2. METODOLOGIA

Foi utilizado um molde de injeção configurado para a obtenção de corpos de prova sobre injetados com *overlap* e pressão de recalque variável. A referência do corpo de prova é o tipo 1A referente a norma ISO 527. Sendo este corpo de prova feito de polipropileno (PP) com um compósito de PP com fibra de coco.

### 2.1 Preparação dos Materiais

Os materiais base deste estudo foram o polipropileno EP440 (Braskem) e a fibra de coco. O PP (polipropileno) utilizado é do tipo copolímero heterofásico de eteno e possui fluidez, medida a partir da ASTM D1238, de 6g/10min. A fibra de coco utilizada é seca e pré-lavada. A partir destes materiais foi feito um compósito de razão 30% em massa da matriz polimérica de PP com a fibra de coco.

Para a produção do compósito, foi utilizado uma extrusora dupla rosca da Imacom, modelo DRC30:40 IF, com razão L/D=40 e 30mm de diâmetro de rosca. Com processamento parametrizado com velocidade da rosca à 140 rpm; velocidade de alimentação: 8 rpm e perfil temperatura:  $Z_1 = 155^\circ\text{C}$ ;  $Z_2 = 160^\circ\text{C}$ ;  $Z_3 = 165^\circ\text{C}$ ;  $Z_4 - Z_7 = 170^\circ\text{C}$ ;  $Z_8 - Z_{10} = 190^\circ\text{C}$ ; e  $Z_{11} = 32^\circ\text{C}$

## 2.2 Preparação dos Corpos de Prova

O compósito após extrudado foi seco a temperatura de  $100^\circ\text{C}$  por 8 horas antes da injeção dos corpos de prova. Esta injeção foi feita em uma injetora Arburg Allrounder 370S, que é composta por duas unidades de injeção, sendo a “unidade 1” a responsável pela injeção na horizontal e a “unidade 2” a responsável pela injeção na vertical. A primeira injeção ocorre na horizontal e em seguida, com o auxílio de uma placa rotativa, há a rotação do molde para que a injeção na vertical ocorra, segunda injeção. Os corpos de prova possuem variações no *overlap* com as medidas de 12mm e 16mm, e pressão de recalque de 200 e 300 bar na “unidade 2” durante a injeção, essas variações podem ser vistas na Tabela 1. Enquanto os demais parâmetros de injeção da confecção das amostras foram fixados para todas as amostras, que podem ser vistas também na Tabela 1:

**Tabela 1 – Parâmetros de Injeção**

Variáveis de Processo	Unidade de Injeção 1	Unidade de Injeção 2
		(L - H)*
Pressão de injeção (bar)	800	400
Pressão de Recalque (bar)	400	<b>(200 – 300)</b>
Vazão de injeção ( $\text{cm}^3/\text{s}$ )	100	30
Temperatura de injeção ( $^\circ\text{C}$ )	210	220
Tempo de resfriamento (s)	25	30
<i>Overlap</i> (mm)		<b>(12– 16)</b>

## 2.3 Caracterização Mecânica

Para análise da força de adesão foi realizado ensaio de tração com dispositivo descrito na patente submetida sob o n° BR 10 2016 021054 2, que foi fixado em uma máquina INSTRON8872 para a aplicação da carga com uma taxa de 1mm/seg.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 conseguiu-se observar as médias das forças máximas de adesão em razão da pressão de recalque e overlaps experimentados. Fica notoriamente evidenciado a diferença de influencia entre a pressão de recalque e do overlap de injeção entre os materiais, ao se comparar a evolução da força de adesão de ambos.

**Tabela 2 – Valores médios de Força de Adesão**

Ensaio	Pressão de Recalque (bar)	<i>Overlap</i> (mm)	Resultados de Força de Adesão
1	200	12	1189,16 ± 35,68
2	300	12	1206,63 ± 49,75
3	200	16	1382,37 ± 57,67
4	300	16	1354,88 ± 35,80

Esse efeito também foi evidenciado em outras pesquisas, que afirmam que a manutenção da pressão, pressão de recalque, durante a solidificação dos materiais podem ocasionar tensões residuais que prejudicam as propriedades finais entre os materiais.<sup>4</sup> Esse efeito pode corroborar com os resultados do decréscimo da força de adesão no overlap de 16mm ao aumentar a pressão de recalque. Que ao aumentar a superfície de contato juntamente com o aumento de pressão tende a levar a um aumento de tensões residuais comprometendo a adesão do material.

Também foi o notório aumento dessa força de adesão com o aumento da zona de contato que a interação entre os materiais que promovem a força de adesão são influenciadas pelo travamento mecânico por ancoragem e pelo processo de interdifusão do material.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através desse trabalho, foi possível observar que a força de adesão e a força de recalque aplicada possuem influencia negativas ao serem aplicadas em conjunto. Visto que, ao aumentar a superfície de contato e aplicar uma força de recalque na junta, tende-se a acumular tensões residuais nesses materiais, o que promove descolamento localizado precoce nos locais prejudicando as propriedades finais. Contudo com um aumento no *overlap* de 12mm para 16mm, conseguiu-se um aumento de 12% a 16% na força de adesão, quando comparados com mesma pressão de recalque. Sendo assim, podemos inferir que entre os dois processos estudados, o *overlap* proporcionou melhores influencias para a resposta em força de adesão.

#### **Agradecimentos**

**Gostaria de agradecer a CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa.**

#### **5. REFERÊNCIAS**

- <sup>1</sup> GONÇALVES, Nuno Vicente Pereira. **Ferramentas moldantes para obtenção de sistemas bi-material**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- <sup>2</sup> BANERJEE, Ashis Gopal et al. Incorporating manufacturability considerations during design of injection molded multi-material objects. **Research in Engineering Design**, v. 17, n. 4, p. 207-231, 2007.
- <sup>3</sup> CAPELA, Fernando da Rocha. **Optimização de sistemas bi-material obtidos por moldação por injeção**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- <sup>4</sup> CANDAL, María V. et al. Study of the adhesion strength on overmoulded plastic materials using the essential work of interfacial fracture (EWIF) concept. **Journal of materials science**, v. 43, n. 15, p. 5052-5060, 2008.