

INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE DE CONTATO DE INJEÇÃO NA FORÇA DE ADESÃO DE MATERIAIS MULTICOMPONENTES

Marcus Vinicius Badaró de O.Ribeiro, marcus.vinicius.badaro@gmail.com¹

Leonardo Costa Santiago, lecosant@gmail.com¹

Rafael Vasconcelos, rafa_vasconcelos14@hotmail.com¹

Luciano Pisanu, lpisanu@fieb.org.br¹

¹Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil

Resumo: A necessidade de desenvolvimento de objetos com multimateriais e de melhores rendimentos na engenharia e liberdade de design, tornou constante a pesquisa na busca da aplicação de injeção de multicomponentes com resinas poliméricas. A sua grande diversidade de uso e aplicação em formas complexas tem sido extensivamente ampliada na indústria de manufatura combinando propriedades de materiais distintos. Com finalidade de avaliar a influência da região de sobreposição 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 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 (overlap) entre os materiais aumenta exponencialmente a força de adesão.

Palavras-chave: multicomponentes, força de adesão, overlap, injeção, sobremoldagem.

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade os polímeros estão sendo constantemente utilizados em projetos com finalidade de diminuir o peso das peças, a baixa densidade dos mesmos em relação as propriedades mecânicas lhes conferem uma ótima gama de aplicação. Muitas das solicitações aplicadas nos materiais poliméricos, não podem ser impressas em apenas um único material, devido ao fato que regiões diferentes de um objeto sofrerem de esforços mecânicos diferentes. Movida por essa necessidade houve uma grande procura e pesquisa em métodos de união de materiais, nesse período surgiu o método de injeção de multimateriais.

Esse novo processo apresenta semelhanças significativas com o processo convencional de injeção, entre elas: parâmetros de aquecimento, pressão, vazão resfriamento. Contudo a injeção de multimateriais revelou singularidades ao passo que existem diferentes métodos de aplicação desse processamento para diferentes aplicações. Onde se destacam os tipos de injeção de multicomponente, *mult-shot* e sobremoldagem. Dentro deles existem também subcategorias de processamento: co-injeção, bi-injeção, rotação, *core back* entre outros[1].

Essa tecnologia se faz aplicável por diversos motivos, desde o uso na injeção de produtos de cores diferentes a aplicação de objetos mais confortáveis para alguns usos de longo período [2]. Apesar de todo multimaterial possuir condições e características adesivas, pois possuem o intuito de unir dois ou mais materiais, quando esse uso é aplicado a condições que necessitam de esforços mais robustos, como para derivação de uma secção num produto onde esse irá sofrer mais requisitos mecânicos, deve-se levar em conta o fator de força de adesão entre os materiais que serão co-injetados.

Quando se fala de multimaterial uma das grandes preocupações é a boa adesão entre os materiais. A adesão pode ser alcançada por meio da correta escolha dos mesmos, do design adequado, bem como do domínio dos parâmetros do processo (GONÇALVES, 2012 apud Gruenberger et al, 2008).

Em contrapartida, existem também empasses relativos à adesão entre os materiais, que caso não sejam verificadas podem gerar graves problemas aos produtos desenvolvidos, tais como: empenos, rupturas e fraturas (GONÇALVES, 2012).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do *overlap* na força de adesão de multicomponentes através do processo de injeção. Visto que, a força de adesão é de extrema importância para sucesso da técnica em uma determinada aplicação.

2. Procedimento Experimental (Times New Roman, negrito, tamanho 10, maiúsculas)

No atual trabalho foi utilizado um molde de injeção com configurações que proporcionam a obtenção de um corpo de prova com sobreposição (*Overlap*) variável, baseado no corpo de prova tipo 1A da norma ISO527.



Figura 1: Corpos de prova com seus respectivos *overlaps*.

2.1. Preparação dos Materiais (Times New Roman, negrito, tamanho 10)

Para o estudo na força de adesão foi-se utilizado o material de polipropileno EP440 do tipo copolímero heterofásico de eteno com fluidez de 6,0g/10min segundo ASTM D1238, fornecido pela Braskem, e a fibra de coco seca, pré-lavada para formulação de um compósito na razão de 30% em massa da matriz polimérica de polipropileno.

Para a formação do compósito foi utilizada uma extrusora dupla rosca corrotante fabricada pela Imacom, modelo DRC 30:40 IF, com diâmetro de rosca de 30mm e razão L/D = 40. As condições de processamento foram:

- Velocidade de rosca de 140rpm
- Velocidade de alimentação de 8rpm
- Temperatura do fundido de 184°C
- Com perfil de temperatura de: Z1 = 155°C; Z2 = 160°C; Z3= 165°C; Z4 – Z7 = 170°C; Z8 – Z10 = 190°C; e Z11 = 32°C.

2.2. Preparação dos Corpos de Prova (Times New Roman, negrito, tamanho 10)

Após a extrusão do compósito, o material foi secado a 100°C em um período de 8 horas para que assim fossem utilizados na aquisição dos corpos de prova. As amostras para os ensaios foram obtidas na máquina injetora ARBURG Allrounder370S utilizando duas unidades de injeção, uma horizontal, “unidade de injeção 1”; e uma vertical, “unidade de injeção 2”. Com o auxílio de uma placa rotativa obtiveram-se corpos de prova com intersecção (*overlap*) de 120mm², 160mm² e 220mm². Os parâmetros de injeção foram fixados parâmetros de injeção nas duas unidades e variando apenas o *overlap* das amostras, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis de processo de injeção multicomponente.

Variáveis de Processo	Unidade de Injeção 1	Unidade de Injeção 2
Pressão de injeção (bar)	800	400
Pressão de Recalque (bar)	400	200
Vazão de injeção (cm ³ /s)	100	30
Temperatura de injeção (°C)	210	220
Tempo de resfriamento (s)	25	30

2.3. Caracterização Mecânica

Para análise da força de adesão foi realizado ensaio de tração com dispositivo, ilustrado na Fig. 2, descrito na patente submetida sob o n° BR 10 2016 021054 2, que foi fixado em uma máquina INSTRON 8872 para a aplicação da carga com uma taxa de 1mm/seg. Com o auxílio do software Minitab foi avaliado os resultados quanto a Força de adesão entre os materiais.

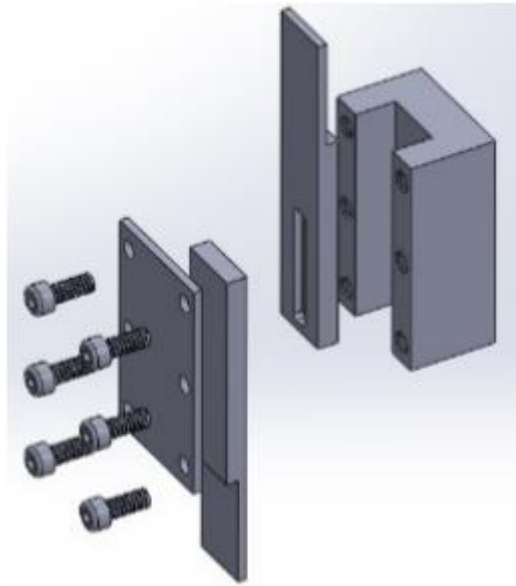


Figura 2: Vista explodida do modelo CAD do dispositivo da patente o nº BR 10 2016 021054 2.



Figura 3: Corpos de prova com os diferentes *overlaps*.

3. Resultado e Discussão

A partir da Tabela 2 é possível observar as médias das forças máximas de adesão para os 3 *overlaps* testados. A diferença na força causada pelo aumento do *overlap* é perceptível, havendo uma diferença de 22% com relação ao *overlap* de 120 para o de 160mm². Tomando o *overlap* de 160 como referências, com o aumento de 60mm² há um aumento na força de adesão máxima de 111,86%.

Tabela 2: Valores Médios da Força de Adesão Máxima

<i>Overlap</i> (mm ²)	Força de Adesão Máxima (N)
120	1229,80
160	1500,38
220	3178,79

Através dos resultados dos testes de tração, gerou-se os *boxplots*, Fig. 4, e um ajuste polinomial para o comportamento da curva, esta função pode ser vista na Eq.1 e o gráfico do ajuste na Figura 5. No *Boxplot*, podemos perceber que o *overlap* gera uma diferença significativa entre as formulações, sendo ela pequena entre as de 120 e 160mm², quando comparada com a de 220mm², como já foi dito.

$$Força = 4490 - 52,62 * \textit{overlap} + 0,2121 * \textit{overlap}^2 \text{ (Equação 1)}$$

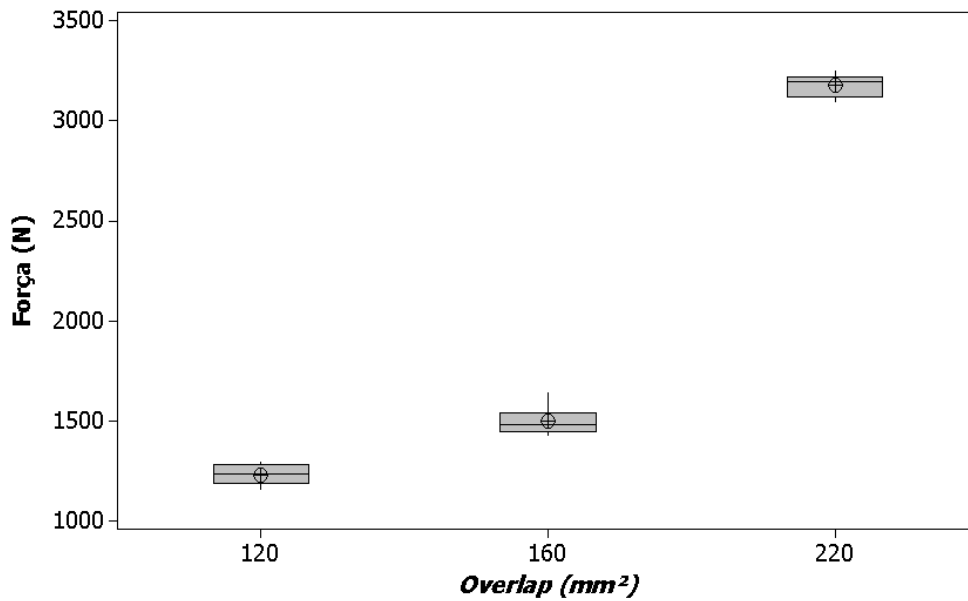


Figura 4: Boxplot com o resultados dos testes de tração.

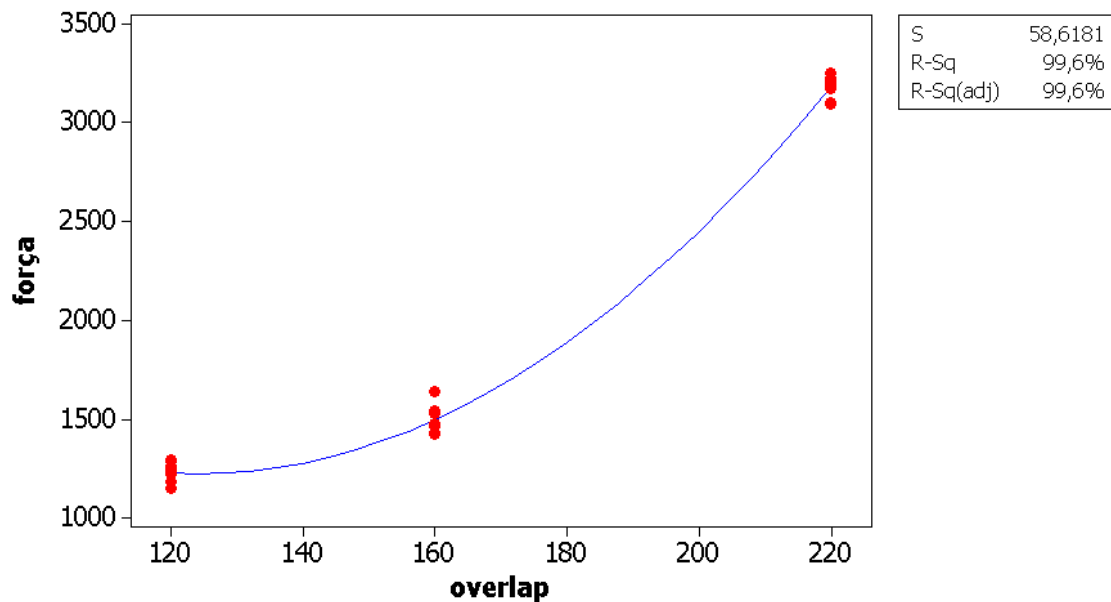


Figura 5: Curva do ajuste polinomial.

4. Conclusão

Através desse trabalho, foi possível observar que a força de adesão é fortemente influenciada pela região de interface dos materiais (*overlap*). Visto que, num inicial aumento de *overlap* de 33,3%, partindo de 120 para 160mm², a força de adesão máxima passou de aproximadamente 1230 N para 1500N). Com um posterior aumento de 37,5% no *overlap*, partindo de 160 para 220mm², ao aumentarmos mais 60mm² de área (*overlap* 160 para 220), o ganho em força de adesão foi de 111,86%, passando dos 3100N. A força de adesão cresce exponencialmente na medida que aumenta-se a área de adesão entre os materiais. Sendo possível inferir que numa aplicação, quanto maior for a área de contato entre os materiais, maior será a força de adesão existente no produto.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio do SENAI CIMATEC e da Universidade Federal da Bahia, através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial - PEI.

6. REFERÊNCIAS

CAPELA, Fernando da Rocha. Otimização de sistemas bi-material obtidos por moldação por injeção. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.

GONÇALVES, Nuno Vicente Pereira. Ferramentas moldantes para obtenção de sistemas bi-material. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

THE INFLUENCE OF OVERLAP ON ADHESION STRENGTH OF MULTICOMPONENT PARTS

Marcus Vinicius Badaró de O.Ribeiro, marcus.vinicius.badaro@gmail.com¹

Leonardo Costa Santiago, lecosant@gmail.com¹

Rafael Vasconcelos, e-mail¹

Luciano Pisanu, lpisanu@fieb.org.br¹

¹Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil

Abstract. *The need to create products with multiple materials, better engineering efficiency and freedom to design have made the research for multi injection parts applications be continuous. Those researchs made possible the applications of these parts on complex usages. To evaluate the influence of the overlap on the adhesion strength between polymeric and a composite loaded with coconut fiber, was designed a proof body, based on the ISO 527, wich make possible the change the length of the overlap. The results of the adhesion strength, wich were obtained from a gadget specially design, showed that the increase of the overlap between the materials increased the adhesion at an exponential curve.*

Keywords: *multicomponent injection, composite, adhesion strength.*