

ESTUDO DA FORÇA DE ADESÃO ENTRE MATERIAIS DISSIMILARES OBTIDOS POR INJEÇÃO MULTICOMPONENTE

L. Pisanu, lpisanu@fieb.org.br¹

M.L.F. Nascimento, mlfn@ufba.br²

J.D.V. Barbosa, josianedantas@fieb.org.br¹

V.E. Beal, valterbeal@gmail.com¹

L.C. Santiago, lecosant@gmail.com¹

¹ Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, R.Aristides Novis 2, 6º andar, Federação. 40170-115 – Salvador, BA – Brazil

² SENAI Cimatec, Av. Orlando Gomes 1845, Piatã. 41650-010 Salvador, BA – Brazil

Resumo: O processo de injeção multicomponente ganhou muito espaço na indústria por viabilizar a combinação de materiais diferentes num só processo, possibilitando assim a criação de peças com design diferenciado, menor tempo de fabricação e maior valor agregado. Contudo, um dos desafios desta tecnologia é a união que acontece entre os materiais poliméricos. Neste trabalho, por meio de uma injetora multicomponente, foi possível obter corpos de prova sobremoldados com materiais dissimilares, onde um dos materiais foi um compósito com fibra de coco com agentes de acoplamento variados e, o segundo material um polipropileno. Com a utilização de um dispositivo especialmente criado para avaliar a força de adesão dos materiais sob esforço cisalhante, foi possível medir a força necessária para promover o descolamento das superfícies sobremoldados. Os resultados mostraram que houve uma redução da força de adesão dos materiais com a adição de fibras de coco e este comportamento foi mais acentuado para os compósitos que utilizaram agente de acoplamento em sua formulação.

Palavras-chave: composite, injeção multicomponente, fibra de coco, adesão polimérica

1. INTRODUÇÃO

A injeção multicomponente vem ganhando muita relevância no atual cenário industrial pelo fato de tornar possível a combinação de materiais distintos num só processo, o que permite a fabricação de peças com design arrojado, maior valor agregado e menor tempo de fabricação. A sobremoldagem com materiais dissimilares, onde um componente é um compósito com fibra natural, é uma opção ecologicamente viável pelo baixo custo da fibra e ser de fonte renovável.

Para que se obtenha uma boa adesão, devem ser conhecidas as ligações entre dois polímeros que pode ser considerada como uma soma de forças de origem física (principalmente mecânica) e química que se sobrepõem e influenciam umas nas outras (KLEMARCYK, 2002). Segundo Da Silva et al. (2009), em estudo sobre a ancoragem mecânica na adesão de materiais, reportou que as superfícies ásperas proporcionam melhor aderência; contudo, essa aderência depende de um bom molhamento do adesivo sobre o aderente. Segundo Packham (2003), numa boa adesão existe um contato íntimo entre o aderente e o adesivo, o que se relaciona com as propriedades de molhamento da superfície dos materiais.

Como meio de avaliar a força de adesão entre polímeros híbridos, este trabalho utilizou uma metodologia específica, através de um dispositivo descrito na patente BR 10 2016 021054 2 (PISANU et al. 2016), que permitiu medir a força de adesão de dois materiais sobreinjetados na região de sobreposição pelo esforço de cisalhamento puro.

2. Procedimento Experimental

Com o objetivo de avaliarmos a força de adesão das amostras sobremoldadas adotamos a seguinte metodologia:

2.1. Seleção e preparação das matérias-primas

Foram confeccionados compósitos com fibra de coco com formulações que possuíam ou não agente de acoplamento conforme informações da Tabela 1. Foi atribuído uma carga de 30% de fibra de coco e 6% de agente de acoplamento em relação ao peso da fibra. A partir deste momento utilizaremos a identificação dos compósitos conforme nomenclatura atribuída na tabela.

Tabela 1. Formulações utilizadas na preparação das amostras.

Formulações	PP EP 440L (%)	Fibra Coco (%)	Orevac CA 100 (%)	Orevac 18507 (%)	Cesa® Mix (%)
PP	100	-	-	-	-
PPFC	70	30	-	-	-
PPOCA100	68,2	30	1,8	-	-
PPO18507	68,2	30	-	1,8	-
PPCM	68,2	30	-	-	1,8

2.2. Programação dos parâmetros de injeção

A moldagem dos corpos de prova se deu em uma injetora Arburg Allrounder 370S a partir de duas unidades injetoras multicomponente, uma na horizontal denominada Unidade de Injeção 1, que injetou as formulações de compósitos e, outra na vertical denominada Unidade de Injeção 2, destinada à sobreinjeção do polipropileno, seguindo a programação estabelecida na Tabela 2. Os corpos de prova foram sobremoldados com 120 mm² de overlap e as variáveis foram programadas no sentido de obter um corpo de prova, apresentado na Fig. 1, com as melhores condições de processo e sem deformações visuais aparentes. O gradiente de temperatura programada na Unidade de Injeção 1 foi no sentido de preservar a fibra de coco contra a degradação térmica.

Tabela 2: Valores parametrizados da moldagem por injeção multicomponente.

Variáveis de Processo	Unidade de Injeção 1	Unidade de Injeção 2
Pressão de injeção (bar)	1000	400/400/300 (3 steps)
Pressão de recalque (bar)	400	300
Tempo de Recalque (s)	2,5	2
Fluxo de injeção (cm ³ /s)	80	30/25/20 (3 steps)
Temperatura (°C)	180/190/200/200/210	230
Tempo de Resfriamento (s)	25	20



Figura 1. Corpos de prova injetados com overlap de 120mm² com materiais similares e dissimilares (vista lateral e frontal de materiais dissimilares).

2.3. Teste de adesão

Através de um dispositivo, apresentado na Figura 2, adaptado à uma máquina universal de ensaios EMIC DL2000 foi aplicada uma carga com taxa de 1mm/seg nas amostras sobreinjetadas.

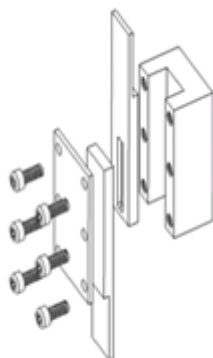


Figura 2. Vista explodida do dispositivo utilizado para ensaio de adesão.

Este dispositivo consiste num mecanismo que aloja em uma cavidade as partes sobreinjetadas (no caso em estudo, de materiais poliméricos e compósitos similares e dissimilares), e todo o conjunto é envolvido em um cofre que pode ser adaptado em máquina universal de ensaios para aplicação da carga, eliminando o momento fletor transversal, permitindo assim a análise de um resultado mais adequado da força de adesão de materiais submetidos ao cisalhamento puro. Para um melhor entendimento da proposta, as Fig. 3 ilustra as forças que atuam no corpo de prova sobremoldado sem o dispositivo.

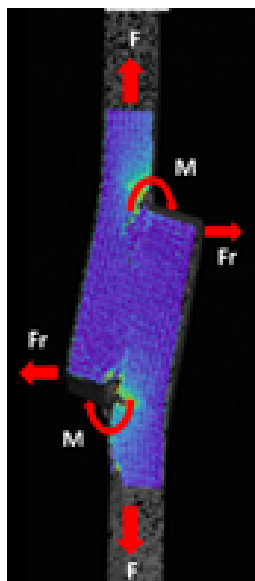


Figura 3. Representação da força aplicada a um corpo de prova sobreinjetado sem dispositivo, indicando a presença de um momento fletor no teste.

3. Resultado e Discussão

A análise da força de adesão dos materiais híbridos com o auxílio do dispositivo está apresentada na Tabela 3. Podemos observar que a adição da fibra de coco reduziu a força de adesão cerca de 22% em números absolutos quando comparado a injeção de materiais similares (PP+PP). Este valor foi mais acentuado quando comparamos a força de adesão com os compósitos aditivados com agente de acoplamento, onde houve uma redução de até 46% na força de adesão.

Tabela 3: Valores médios de força máxima para os corpos de prova sobremoldados

Formulação do Compósito	Força Máxima (N)
PP + PP	1515 ± 72
PPFC	1171 ± 34
PPOCA100	817 ± 56
PPO18507	854 ± 76
PPCM	882 ± 51

Neste teste podemos observar que a presença de fibras bem como agentes de acoplamento causaram a redução da adesão entre as partes sobremoldadas, este efeito também foi relatado no estudo de Patankar (2010).

4. Conclusão

O estudo da adesão de polímeros obtidos por moldagem multicomponente consiste numa área de pesquisas que apresenta muitas oportunidades de inovação. Com a realização deste trabalho ficou evidenciado que, na adesão de polímeros dissimilares a presença da fibra de coco e de agentes de acoplamento promoveram uma redução nesta propriedade. Desta forma, em projetos onde a força de união entre materiais sobreinjetados é uma propriedade importante no processo, devemos evitar materiais dissimilares ou, utilizar algum promotor de aderência para não restringir a aplicação de compósitos com fibras naturais em componentes multimateriais.

5. AGRADECIMENTOS

6. Este trabalho teve o apoio do SENAI CIMATEC e da Universidade Federal da Bahia, através do Programa de Pós Graduação em Engenharia Industrial – PEI: www.pei.ufba.br.

7. REFERÊNCIAS

- P. Klemarczyk, Adhesion Science and Engineering, Elsevier B.V., 2002. doi:10.1016/B978-044451140-9/50019-6.
L.F.M. da Silva, R.J.C. Carbas, G.W. Critchlow, M.A. V Figueiredo, K. Brown, Effect of material, geometry, surface treatment and environment on the shear strength of single lap joints, Int. J. Adhes. Adhes. 29 (2009) 621–632. doi:10.1016/j.ijadhadh.2009.02.012.
D.E. Packham, Surface roughness and adhesion, Elsevier B.V., 2003. doi:10.1016/B978-0-444-51140-9.50007-X.
Pisanu, L.; Barbosa, V. J. D., Nascimento, M. L. F., Silva, A.Q, Dispositivo para Avaliação da Força de Adesão entre Polímeros Sobreinjetados, Metais, Madeiras e Uniões Híbridas entre Polímeros, Metais, Madeiras Unidos por Adesivos e demais Produtos Aperfeiçoados, BR10201602105, 2016. <https://gru.inpi.gov.br/pePI>
M.P. Patankar, The Evaluation of the Effect of Processing Parameters on Adhesion Performance of Polyether based TPU over mold on to Polycarbonate Substrate, Master of Science Thesis, 2010.

8. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho

STUDY OF THE ADHESION STRENGTH BETWEEN DISSIMILAR MATERIALS OBTAINED BY MULTICOMPONENT INJECTION

L. Pisanu¹, lpisanu@fieb.org.br¹

M.L.F. Nascimento, mlfm@ufba.br²

J.D.V. Barbosa, josianedantas@fieb.org.br¹

V.E. Beal, valterbeal@gmail.com¹

L.C. Santiago, lecosant@gmail.com¹

¹ Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, R.Aristides Novis 2, 6º andar, Federação. 40170-115 – Salvador, BA – Brazil

² SENAI Cimatec, Av. Orlando Gomes 1845, Piatã. 41650-010 Salvador, BA – Brazil

Abstract. *The multicomponent injection has been winning space in industry by your capability of combining with different materials in only one process. This capability allows the manufacture of products with bold design, lower manufacture time and more added value. However one of the challenges of this technology is the union between the polymeric materials. In this paper by using a multicomponent injector was possible to attain specimens overmolded with dissimilar materials, which one material is a composite of coconut fiber and different coupling agents, the second material is a polypropylene. Using a special device designed to measure the necessary strength which promote the detachment of the overmolded surfaces. The results showed that are a reduction of the adhesion strength of the materials with the coconut fiber addiction and the behavior were more accentuated for the composites which has the coupling agent in your composition*

Keywords: *composite, polymeric adhesion, coconut fiber, multicomponent injection*