

USO DO SOFTWARE AUTODESK MOLDFLOW NA ADEQUAÇÃO DE MOLEDO AO PROCESSO DE MOLDAGEM DE POLÍMEROS POR INJEÇÃO

BADARÓ, Jader Pitangueira^{1C*}; SANTOS, Josué L. de O.^{1C}; SANTOS, Z. I. G.¹; RÊGO, José Kaio Max Alves do¹

¹ Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE.
jaderpitangueira@gmail.com

RESUMO

A utilização de materiais poliméricos em substituição aos metálicos e cerâmicos é uma realidade cada vez mais presente na atualidade. As pesquisas em torno de materiais poliméricos vem tornando estes cada vez mais competitivos em relação a materiais mais tradicionais. Essa substituição traz vantagens como a diminuição do peso, custo, possibilidade de geometrias mais complexas, rapidez e facilidade de moldagem. Porém é necessário que se tenham cuidados, pois os polímeros apresentam propriedades muito particulares, é necessário que se façam alterações no modelo original para que o novo venha a se adequar à mudança de material e processamento. Ferramentas CAE (Engenharia Assistida por Computador) são de fundamental importância nesses processos. Este trabalho visa mostrar a eficiência do software Autodesk Moldflow na predição do processo de moldagem de injeção de uma válvula de fluxo de água, antes feita em material metálico e agora adaptada ao processo de injeção com o polímero PVC.

PALAVRAS-CHAVE: Polímeros, moldagem por injeção, Simulação, Autodesk Moldflow.

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem por objetivo, geral, mostrar a eficiência do software Autodesk Moldflow na predição do processo de injeção de polímeros. Como objetivo específico pretendeu-se promover a adequação de um modelo CAD 3D projetado para fabricação em material metálico, a um novo modelo em material polimérico, PVC (PoliCloreto de Vinila), adequado ao processo de moldagem por injeção. O Moldflow foi usado buscando-se a predição dos melhores parâmetros para o processamento e as possíveis falhas do processo de moldagem, visando as devidas correções antes da construção e operação do molde.

A utilização de pacotes de software CAE, como o Autodesk Moldflow, dispensa gastos com modelos e corpos de prova caros. Os resultados da simulação determinam a fidelidade de replicação sem a necessidade de realizar ações reais de ensaios de moldagem por injeção^{1,2}.

O software em estudo utiliza o método dos elementos finitos, que discretiza o modelo em um grande número de pequenas partes, essas pequenas partes são simuladas individualmente e posteriormente seus resultados são somados, resultando em uma solução numérica que descreve o fluxo do polímero fundido, e conseqüentemente outros dados importantes ao projeto^{1,3,4}.

2. METODOLOGIA

Utilizou-se para as simulações do processo de moldagem por injeção o software Autodesk Moldflow, versão 2018. O software apresenta diferentes parâmetros de análise para o modelo CAD 3D como o melhor local para o ponto de injeção, temperatura da massa fundida, temperatura do molde e outros parâmetros operacionais, visando aproximar-se com maior fidedignidade possível da realidade.

O modelo CAD 3D utilizado foi retirado da biblioteca Traceparts Product Content Everywhere⁵. O modelo foi projetado para ser fabricado em material metálico, desta forma durante as simulações, percebeu-se que o mesmo apresentava geometria que não favorecia o bom processamento por moldagem por injeção. Para modificar o modelo e torna-lo adequado, foi utilizado um software CAD, o Autodesk Inventor, versão 2018. Feitas as devidas adequações, o modelo foi novamente simulado e analisado.

O material escolhido para compor a válvula foi o PVC, por atender a norma ABNT NBR 14788⁶. Entre as opções fornecidas pelo banco de dados do Software optou-se pelo PVC Sunprene FA 67213 - com densidade do sólido de 1,1981 g/cm³ - fabricado pela empresa A Schulman. O material foi escolhido por entender-se que este possui grande adequação ao produto, podendo ser aditivado, além de a fabricante possuir representação no Brasil. Os parâmetros de entrada necessários para as análises no software foram, a temperatura do fundido, 180°C, e a temperatura do molde, 25°C, escolhidas para serem o mais baixo possível, dentro do limite de processabilidade recomendado pelo software, como forma de diminuir os gastos energéticos envolvidos na operação.

Sobre os resultados fornecidos pelo Software, foram escolhidos 3 como principais, tempo de enchimento, tempo de resfriamento e linhas de solda. Quando se pensa em reduzir o tempo do ciclo de injeção,

os tempos de enchimento e resfriamento são essenciais, pois ditam o tempo máximo em que a peça estará dentro da máquina de injeção, além do mais, os outros parâmetros existentes são maximizados para o melhor desempenho. As linhas de soldas por serem defeitos, muitas vezes inevitáveis, merecem atenção em um projeto de injeção de polímeros, já que atuam como concentradores de tensão, fragilizando mecanicamente a peça, podendo também apresentarem-se como apenas como defeitos visuais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PROJETO

O primeiro estágio de um projeto de simulação é a observação da viabilidade do processamento do modelo em análise. O modelo 01, original, Figura 1, apresentou como principal entrave para o processo de moldagem a grande espessura nominal, 5 mm. Essa espessura gerou um elevado tempo de resfriamento, prolongando o tempo do ciclo de injeção.

Na tentativa de diminuir o tempo de resfriamento, optou-se pela construção de um novo modelo, modelo 02, Figura 2, mais adequado ao processo de moldagem por injeção. O modelo 02 foi feito com menor espessura nominal, 3,53 mm, todos os cantos vivos foram abaulados para facilitar o fluxo do fundido, o pino central foi feito vazado, de forma a economizar material e diminuir a espessura dessa região, por fim um segundo pino foi adicionado, um pino de regulagem de giro da válvula. Essas mudanças levaram do modelo 01, com peso de 15,092g e volume de 13,8105 cm³, ao modelo 02, com peso de 11,097g e volume de 9,8416 cm³.

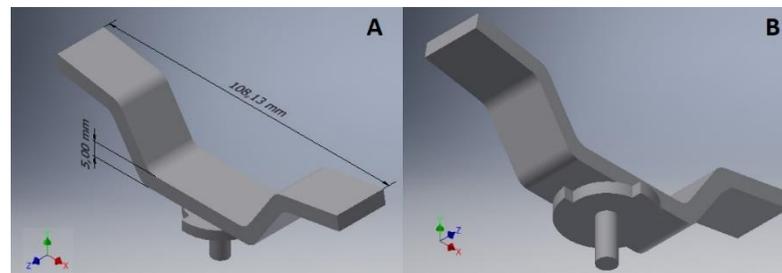


Figura 1: Modelo original, projetado para material metálico.

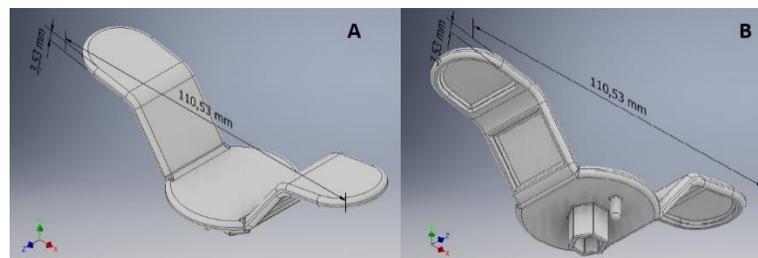


Figura 2: Novo modelo, projetado para se adequar melhor ao processo de moldagem por injeção.

3.2. TEMPO DE ENCHIMENTO E TEMPO DE RESFRIAMENTO

O tempo de enchimento é um parâmetro usado para prever quanto tempo a frente de fluxo levará para preencher totalmente a cavidade do molde. Para o modelo 01 o enchimento se deu em tempo bastante reduzido, como mostrado na Tabela 1, pois a geometria da peça é basicamente contínua, sem variações de espessura e forma. Porém a elevada espessura mostrou-se como “impedimento” ao fluxo de calor no resfriamento, levando a peça a um ciclo de injeção de 79,91 segundos.

O modelo 02 apresentou um tempo de enchimento maior, Tabela 1. Isso ocorreu devido a complexidade da geometria. Porém a menor espessura, 3,53 a 1,77 mm, permitiu melhor fluxo de calor no resfriamento, levando a peça a um ciclo de injeção de 24,5 segundos, apenas 30% do tempo de ciclo do modelo 01, mostrando que o modelo 02 apresenta grandes vantagens em relação ao modelo original.

3.3. LINHAS DE SOLDA

O resultado de linhas de solda exibe a quantidade, localização e ângulo de encontro das frentes de fluxos na formação da linha de solda. Consideram-se como críticas, as linhas solda com ângulos de 135°. Devido a simplicidade de sua geometria, o modelo 01 mostrou-se ausente de linhas de solda.

Figura 3: Linha de solda encontrada em região crítica.

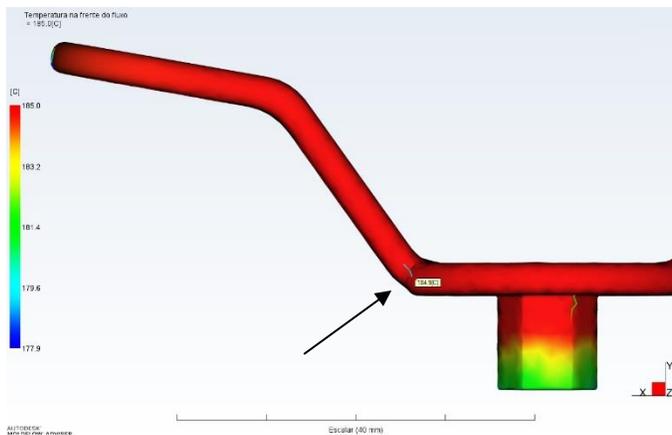


Tabela 1: Tabela comparativa de parâmetros temporais

PARÂMETRO	TEMPO (S)	
	Modelo 01	Modelo 02
ENCHIMENTO	0.51	1.49
COMPACTAÇÃO	10	10
ARREFECIMENTO	64.4	8.01
MOLDE ABERTO	5	5
TOTAL	79.91	24.5

No modelo 02, devido a sua geometria complexa, observou-se a ocorrência de pequenas linhas de solda. Porém a quantidade reduzida desses defeitos, e em baixo ângulo de contato, não se mostrou como um empecilho à validação do modelo. Uma única linha de solda, Figura 3 (onde se sobrepõe a tempera do fundido, 184.9°C, com a formação da linha de solda), apareceu em uma região crítica, região esta que sofre esforços de tração e compressão durante o uso, porém o tamanho reduzido e o baixo ângulo de encontro das frentes de fluxo, $\theta < 40^\circ$, aliado aos baixos esforços a que essa região será solicitada, não fazem deste, um defeito crítico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em posse dos resultados obtidos no presente estudo, pôde-se entender que o uso da ferramenta CAE, Autodesk Moldflow, possibilitou a adequação do modelo em estudo para o processo de injeção com sucesso. O software permitiu a redução do tempo de ciclo de injeção em 70%, além da diminuição do volume de material empregado na fabricação da peça em 11,30%. Além disso pôde-se observar que os defeitos de linha de solda gerados podem ser considerados como toleráveis para a aplicação, não se traduzindo como um impedimento ao processo. Com isso, o software Autodesk Moldflow mostrou ser uma ferramenta indispensável na elaboração e avaliação de um novo modelo, adequado ao processo de injeção, diminuindo o tempo e custos do processo, evitando ensaios reais dispendiosos e visando a obtenção de um produto de maior qualidade.

5. REFERÊNCIAS

1. C. N. Barbosa; F. Carvalho; J. C. Viana; M. Franzen; T. Baranowski; R. Simoes *Int. J. Materials and Product Technology*, 2016, 52 (1/2), 76.
2. C. Rytka; J. Lungershausen; P. M. Kristiansen; A. Neyer *J. Micromech. Microeng.*, 2016.
3. C. Santos, A. Mendes, P. Carreira, A. Mateus e C. Malça in AIP Conference Proceedings, 2017.
4. HARADA, Júlio; UEKI, Marcelo M. Injeção para termoplásticos – produtividade com qualidade. Editora Artliber – São Paulo 2012 1ª Edição.
5. TRACEPARTS PRODUCT CONTENT EVERYWHERE. Disponível em: <<https://www.traceparts.com/br>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2017.
6. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14788: Válvulas de Esfera – Requisitos.