

USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NO AJUSTE DE PARÂMETROS PARA MOLDAGEM POR INJEÇÃO

BADARÓ, Jader Pitangueira¹; **LEITE, Raíssa Santos Grijó¹**; **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

Na indústria de moldagem de polímeros, a utilização de softwares computacionais na predição dos resultados do processo tem se mostrado um grande avanço no desenvolvimento de novos produtos. Ferramentas computacionais CAE são um exemplo desse tipo de tecnologia, usadas na fabricação de peças e moldes de produtos poliméricos. Dessa forma, o presente estudo objetivou a utilização de uma ferramenta CAE para análise do ciclo de injeção de parte de um quadro de distribuição de energia fabricado em PVC. Foram destacados três resultados, tempo de enchimento, tempo de resfriamento e linhas de solda. O estudo permitiu acompanhar na fase inicial de projeto as implicações que o design traria sobre o processo e produto, o que permite uma otimização do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Polímeros, Moldagem por Injeção, Simulação, Autodesk Moldflow.

1. INTRODUÇÃO

Na indústria de transformação de plástico, o uso de ferramentas de Engenharia Assistida por Computador (CAE – computer-aided engineering), no design de peças e moldes, bem como na simulação do processo de moldagem por injeção, vem se mostrando bastante benéfico.¹

O uso de pacotes de software CAE, como o Autodesk Moldflow, alvo deste estudo, evita gastos com modelos e corpos de prova caros. Os resultados da simulação permitem a determinação da fidelidade de replicação sem a necessidade de realizar ações reais de ensaios de moldagem por injeção.^{2,3}

O software Moldflow é uma ferramenta que usa o método dos elementos finitos, fornecendo uma solução numérica que descreve o fluxo do polímero fundido, além de outros dados importantes ao projeto.^{1,2}

Dentre os vários ramos onde podemos encontrar materiais poliméricos moldados por injeção, temos o setor da construção civil onde polímeros são usados também, em instalações elétricas, pois as propriedades desses materiais permitem um bom isolamento e minimizam os efeitos de curto circuito nos equipamentos elétricos.^{4,5}

O presente estudo tem por objetivo a análise de um modelo CAD 3D de parte de um quadro de distribuição de energia, feito em PVC, no software Moldflow, buscando-se a predição das possíveis falhas do processo de moldagem por injeção, visando sua correção antes da construção real de um molde e da injeção de uma peça física.

2. METODOLOGIA

O Software utilizado para a simulação computacional foi o Autodesk Moldflow, versão educacional 2018⁶. Este software trabalha com diversos parâmetros, tais como, o consultor de desenho, local de ataque, janela de moldagem e parâmetros operacionais.

O computador utilizado para a simulação foi um notebook com as seguintes configurações: Processadores: Intel® Core™ i7-8550U (8ª geração); Sistema operacional: Windows 10; Memória RAM: 16GB (2x8GB), DDR4, 2400MHz; HD Primário: SSD M2. Sata 275GB; Placa de vídeo AMD Radeon 530 de 4G GDDR5;

O modelo utilizado faz parte de um quadro de distribuição de energia, um produto da SCHNEIDER ELECTRIC. O modelo CAD 3D foi retirado da biblioteca Traceparts Product Content Everywhere⁷. Apenas a parte central, Figura 1, foi utilizada para este trabalho. O modelo apresentou falhas na simulação que exigiram mudanças em sua estrutura, que possibilitassem o processo de injeção e melhorassem sua resistência mecânica. Feitas as devidas alterações, o modelo foi novamente simulado, suas propriedades gerais estão descritas na Tabela 1.

O material escolhido para compor o quadro de distribuição de energia foi o PVC, por atender as normas brasileiras ABNT NBR-5410 e a NR10. Entre as opções fornecidas pelo banco de dados do Software optou-se pelo PVC Geon™ Vinyl Rigid Molding M3800 - com densidade de 1,33 g/cm³ - devido a sua versatilidade, podendo receber uma série de aditivos. Os parâmetros de entrada desse material necessários para as análises no software foram, a temperatura do fundido, 205 °C, e a temperatura do molde, 35°C.

Em se tratando dos resultados fornecidos pelo Software, foram eleitos 3 como principais. São eles, tempo de enchimento, tempo de resfriamento e linhas de solda. Os tempos de enchimento e resfriamento são os principais parâmetros a serem observados na redução do tempo do ciclo de moldagem, pois os outros parâmetros, estão ajustados para máximo desempenho. As linhas de soldas são de fundamental importância, não só pela fragilização mecânica por ela impostas, mas também devido aos defeitos visuais e superficiais que uma linha de solda pode causar.

Figura 1: Modelo em estudo.

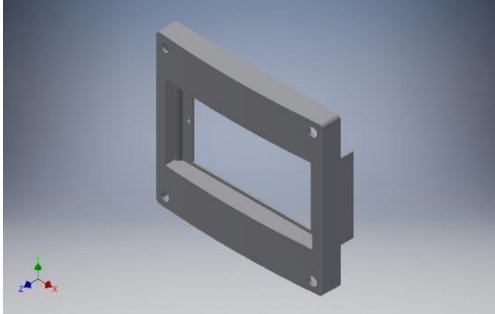


Tabela 1: Propriedades Gerais do Modelo

PROPRIEDADES	MODELO
DIMENSÕES (cm)	33,6 x 30,0 x 6,9
ÁREA (cm²)	2.871,0
MASSA (g)	898,0
VOLUME (cm³)	714,0

Por fim, todas as escalas dos resultados foram padronizadas, pois dessa forma cada cor passa a representar o mesmo valor em cada tipo de parâmetro simulado, facilitando a comparação entre os modelos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PROJETO

No primeiro estágio de um projeto de simulação é observada a viabilidade do processamento do modelo em análise. Observou-se que o modelo apresentava geometria que impedia um completo processamento da moldagem. Aconteceram falhas no enchimento, Figura 2, ocorridas devido a existência de regiões com a espessuras muito finas, da ordem de 0,41 mm, muito abaixo da espessura nominal. Esse afinamento em determinadas regiões pode causar a solidificação localizada e prematura do polímero, impedido um completo enchimento da cavidade do molde. A região foi então refeita com espessura de 2,5 mm, resolvendo assim o problema. Após as modificações necessárias, o modelo apresentou as propriedades descritas na tabela 2.

Figura2: Região de baixa espessura causando falta de enchimento.

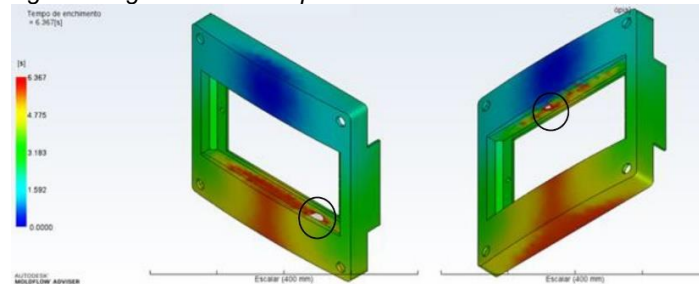


Tabela 2: Parâmetros de tempo obtidos após simulação.

Parâmetro	Tempo (s)		
	1 Ponto	2 Pontos	3 Pontos
Enchimento	5.4	4.3	4.4
Compactação	10	10	10
Arrefecimento	239	235	235.5
Molde Aberto	5	5	5
Total	259.4	254.3	254.9

3.2 TEMPO DE ENCHIMENTO E TEMPO DE RESFRIAMENTO

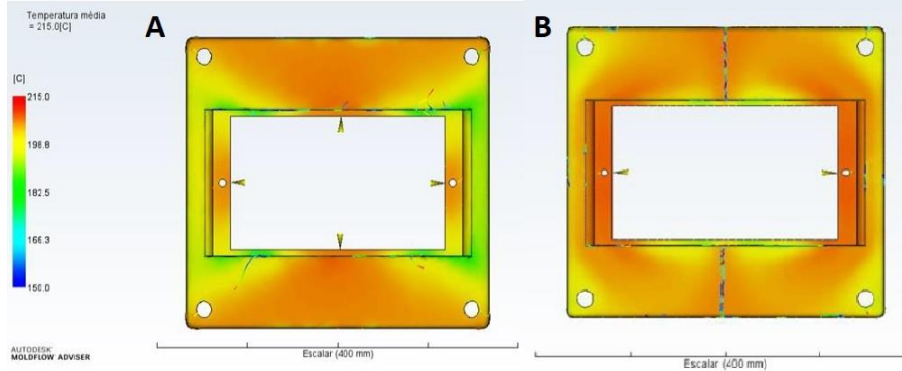
O resultado de tempo de enchimento consiste no tempo necessário para que a frente de fluxo preencha totalmente a cavidade.

Devido a complexidade da geometria do modelo, foram realizadas três simulações, as quais apresentaram significativas diferenças nos seus resultados. Foram realizadas simulações com um, dois e quatro pontos de injeção. Nos três casos foram encontrados bons resultados de enchimento, mas a simulação com um ponto de injeção apresentou maior tempo de enchimento que as demais, aproximadamente 5,6 segundos, contra o tempo de 4 segundos para as demais. No tocante ao tempo de resfriamento, observa-se que os modelos com dois e quatro pontos de injeção levaram cerca de 235 segundos para atingirem a temperatura de extração, cerca de 4.5 segundos a menos que o modelo com apenas um ponto de injeção, como mostrado na Tabela 2.

3.4. LINHAS DE SOLDA

Em relação a esse resultado, foram analisados apenas os casos com dois e quatro pontos de injeção, os quais exibiram melhores resultados anteriormente, mostrados anteriormente. Quando analisados os defeitos visuais, Figura 3, percebe-se que o modelo com dois pontos de injeção gera linhas de solda na região frontal da peça, coincidente com a região de menor temperatura no final do enchimento, o que não ocorre no modelo com 4 pontos de injeção. Como as linhas de solda formadas no modelo com 4 pontos de injeção localizam-se em regiões menos críticas, entende-se que este é um resultado mais satisfatório em relação ao modelo com dois pontos de injeção.

Figura 3: Temperatura da frente de fluxo e linhas de solda para (a) quatro e (b) dois pontos de injeção



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em detrimento dos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que o uso de ferramentas computacionais (CAD e CAE), possibilitou a correção do projeto, a identificação dos pontos de injeção, a otimização do tempo de enchimento e o aparecimento de linhas de solda antes da fabricação dos molde e produto, evitando assim gastos desnecessários no processo. Com isso, o software Autodesk Moldflow se mostrou uma ferramenta versátil, permitindo compreender a relação entre projeto e tempo de processo, evitando gastos dispendiosos na construção e testes dos moldes de fabricação.

5. REFERÊNCIAS

1. C. Santos, A. Mendes, P. Carreira, A. Mateus e C. Malça in AIP Conference Proceedings, 2017.
2. 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.
3. C. Rytko; J. Lungershausen; P. M. Kristiansen; A. Neyer *J. Micromech. Microeng.*, 2016.
4. I. Hipolito, R. Hipolito; G. Lopes in Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2013.
5. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
6. Autodesk Education Community, Disponível em: <https://www.autodesk.com/education/free-software/featured>
7. Traceparts Product Content Everywhere. Disponível em: <https://www.traceparts.com/br>