



## 20º Congresso de Iniciação Científica

# CAPACITAÇÃO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICO

### Autor(es)

---

DANIEL PION ANTONIO

### Orientador(es)

---

ANDRÉ LUIS HELLENO

### Apoio Financeiro

---

PIBIC/CNPq

## 1. Introdução

---

O desenvolvimento e usinagem de moldes estão diretamente relacionados com a criação de novos produtos. Cerca de 70% de todos os produtos manufaturados no mundo são feitos de termoplásticos, incluindo bens duráveis, ou não (MARSON, 2009). Avaliando a situação brasileira, verifica-se a necessidade de evolução do ponto de vista técnico das produtoras de moldes para injeção de plástico. A concorrência asiática vem se tornando um enorme problema para os fabricantes nacionais que encontram dificuldades em competir, devido à escassa mão-de-obra especializada e ao alto tempo de produção de suas peças (PONCE, 2010). Por estes fatores, os investimentos em pesquisas e tecnologias voltadas para este setor devem ser priorizados para que os produtores nacionais possam concorrer com países emergentes, como é o exemplo da China, nos dias atuais. Baseado nisso, este trabalho tem por objetivo, a aquisição de conhecimentos no processo de fabricação de moldes para injeção de plástico.

Para a realização de um projeto de molde, existem algumas informações que devem ser previamente conhecidas, pois influenciam na escolha do tipo do molde a ser utilizado e na projeção de seus sistemas. Sobre o produto devem-se conhecer as dimensões, peso, design, tipo de polímero e a demanda, além disso, os recursos disponíveis tanto para a confecção do molde quanto para a produção do produto também são informações fundamentais (MENGES et al., 2001). Comumente, os moldes utilizados são os moldes de duas placas (apresentam placa com punção macho e placa cavidade) (THOMAZI, 2009), três placas (além das placas anteriormente mencionadas, apresentam a placa flutuante que proporciona a separação do canal de injeção do produto moldado) e moldes com gavetas (são aqueles que apresentam em suas cavidades elementos que se movem em uma dimensão diferente ao movimento de abertura e fechamento da injetora) (BERTOLOTTI, 2004).

Independentemente do tipo de molde, existem fatores comuns a todos eles, como por exemplo, a disposição das cavidades deve estar simétrica, de modo a possuírem a mesma pressão de injeção; o tamanho das cavidades deve ser projetado, levando-se em consideração a contração do material que será utilizado, onde essa contração é a diferença de dimensão entre a peça injetada após o resfriamento na temperatura ambiente e a cavidade onde foi moldada (BERTOLOTTI, 2004); o sistema de alimentação que permite a passagem do polímero fundido, desde o cilindro da injetora até as zonas moldantes, essa conexão pode ser feita diretamente ou por meio de ramificações; as saídas de gases que permitem a retirada dos gases contidos na cavidade onde será inserido o polímero derretido; o sistema de extração, que é responsável por remover o produto da cavidade, deve ser selecionado de acordo com as características do produto final (THOMAZI, 2009). No entanto, existem outros fatores que são opcionais, como o sistema de refrigeração em produções de baixa escala e o polimento das cavidades dependendo da rugosidade exigida no produto.

O processo de fabricação do molde consiste nas etapas: de criação de um modelo completo de sólidos em três dimensões do projeto

usando um sistema CAD; simulação e otimização, utilizando sistema CAE; validação experimental dos resultados obtidos a partir da simulação; a criação da peça protótipo; construção de moldes utilizando códigos de controles numéricos computadorizados (CNC), obtidos a partir de um sistema CAM; a produção de peças; validação experimental do molde (CANDAL, 2005).

As ferramentas *Computer Aided Design* (CAD), *Computer Aided Engineering* (CAE) e *Computer Aided Manufacturing* (CAM), desenvolvidas a partir da mais avançada tecnologia, são utilizadas para simplificar todas as fases envolvidas no processo de fabricação (CANDAL et al., 2005). Nos sistemas CAD, as peças são projetadas individualmente, e posteriormente, são montadas em um molde completo, podendo então, fazer a verificação da montagem do molde. O sistema fornece um meio simples de verificar se há peças ou partes sobrepostas umas as outras, podendo ser corrigidas facilmente. O modelo virtual pode ser utilizado para verificar a abertura do molde e do movimento das barras dos ejetores, além, de permitir uma forma oportuna de verificar a desmoldagem do processo. Após o término do modelo CAD, é possível criar um comando NC, através do sistema CAM, que simula a trajetória da ferramenta em usinagem, podendo ser visualizada, até mesmo, no *ecrã* (MENGES et al., 2001).

Após a fabricação das partes individuais do molde, uma etapa de finalização é realizada. Nessa etapa, uma ajustagem de bancada é feita nas peças e as mesmas são posteriormente montadas. Se houver a necessidade de polimento, o mesmo é realizado nessa etapa (PROVENZA, 1993). Então, o molde encontra-se preparado para o try out, e finalmente, para a utilização em parâmetros adequados para o processo de injeção do termoplástico.

O processo de injeção se desenvolve da seguinte forma: a matéria prima, normalmente em grãos, é colocada no funil da injetora para que possa entrar no cilindro de plastificação, onde é aquecido para tornar-se fluído e homogêneo. O material é aquecido por meio de resistências elétricas, através do calor gerado por efeito de dissipação viscosa, em resultado do esforço mecânico da rotação do parafuso. Após o derretimento total, o fluído é forçado a entrar no molde preenchendo suas cavidades. O material é resfriado por troca de calor com as paredes moldantes. Então, o processo conclui-se com a extração do produto, após um período em que se encontre estável, suficientemente para poder manter sua forma fora do molde (GARCIA, 2008).

## 2. Objetivos

---

Proporcionar uma capacitação no processo de fabricação de moldes para injeção de plástico, e posteriormente com os conhecimentos adquiridos, projetar e fabricar um molde, para que o mesmo possa ser utilizado na universidade em demonstrações do processo de injeção aos discentes.

## 3. Desenvolvimento

---

Inicialmente, através do sistema CAD, foi possível fazer a primeira concepção do molde em 3D, para a produção de uma caneca, esse molde foi projetado apenas com os conhecimentos obtidos através de um estudo bibliográfico. Um segundo projeto com os mesmos objetivos, também foi desenvolvido, no entanto, seguiu-se uma metodologia, baseada no desenvolvimento e otimização de produtos, que tem o intuito de gerar uma redução do tempo de fabricação de um produto e ao mesmo tempo minimizar, não só os resíduos, mas os custos de desenhos. Além disso, esta técnica facilita a obtenção de uma maior qualidade e menos erros de concepção (CANDAL; 2005).

Tal metodologia baseia-se na observação de moldes de produtos semelhantes ao que se deseja fabricar, e comparando esses modelos, projeta-se um molde adequado utilizando sistemas CAD e simula-se sua manufatura e seu funcionamento em sistemas CAM e CAE, para que então o molde seja manufaturado e testado.

As cavidades do molde serão confeccionadas utilizando o centro de usinagem ROMI – Modelo Discovery 760 – que está localizado no laboratório de Automação da Manufatura na UNIMEP, e o material a ser usinado será o Aço AISI P20. As placas superiores, inferiores, extratoras e os apoios serão feitos com no centro de usinagem citado acima, porém confeccionados em aço AISI 1045. Após a fabricação do molde será feita a montagem do mesmo e posteriormente passará pela etapa de try out, concluindo os ajustes finais que antecedem a fabricação do produto final.

Com o molde em condições de proporcionar um produto de boa qualidade, será feito o processo de injeção do produto, utilizando o polímero polipropileno – PP, na máquina de injeção de plástico ROMI – Modelo Primax 65R – também localizada no laboratório de Automação da Manufatura na UNIMEP.

## 4. Resultado e Discussão

---

Após o treinamento dos sistemas CAD/CAM, foi desenvolvida uma proposta do produto a ser fabricado, a qual foi gerada no software CAD NX, especificando seu formato e dimensões. Determinado o produto, começou-se a desenvolver o projeto do molde, onde se constatou que não seria possível fabricar um sistema para a retirada do macho do interior da caneca, com os recursos disponíveis nos laboratórios, devido ao seu formato curvilíneo. Outro problema foi detectado durante a capacitação na operação da máquina de injeção de plástico, pois o volume máximo de injeção de plástico, que é de 134 cm<sup>3</sup>, não era suficiente para produzir o produto, que apresentava um volume aproximado de 350 cm<sup>3</sup>.

A fim de manter o projeto do produto, adaptações no formato do macho foram feitas para solucionar o problema de extração, e para adequar o volume de material às especificações da máquina foi feita a diminuição das dimensões da peça. Porém ao alterar o formato do macho, observou-se que haveria na parede do produto pontos com mais de 20 mm de espessura, o que causaria defeitos após o processo de injeção, e esta alteração causou também um aspecto ruim ao design da caneca.

Como não houve sucesso nas modificações do projeto inicial, verificou-se a necessidade de criar um novo projeto para a caneca, ilustrado na Figura 1.

O primeiro projeto do molde foi desenvolvido totalmente sem análise de moldes de produtos semelhantes. A proposta inicial era a construção de um molde de duas placas, que utilizaria um sistema de gavetas externo que faria o movimento de entrada e saída do macho, que seria fixado na lateral do molde como mostra a Figura 2.

Ao decorrer da montagem no software NX, verificou-se um problema no projeto relacionado à posição do ponto de injeção. O ponto de injeção está localizado na parede lateral da caneca, que ao ser confeccionado dessa maneira deixaria rebarbas em um local impróprio.

Ao término deste primeiro projeto, concluiu-se que o molde seria funcional, porém observou-se em comparação com produtos já existentes no mercado, que existem maneiras de melhorar a ferramenta.

Com a finalidade de obter melhorias, foi feita uma visita a uma empresa “A” localizada na cidade de Santa Barbara D’Oeste - SP, fabricante de produtos plásticos no segmento de saneamento. Esta empresa possui sua ferramentaria interna onde fabrica seus próprios moldes. Com auxílio do projetista da empresa, foi feita uma nova proposta de molde. Também foi feito um acompanhamento no setor de manutenção de moldes em uma empresa “B” buscando conhecer uma variedade maior de moldes. Esta empresa localiza-se na cidade de Sorocaba – SP, e é fabricante de componentes automotivos, industriais e aeroespaciais, possuindo uma unidade de produção de peças plásticas com sistemas e equipamentos de alta tecnologia.

Ao término da pesquisa, decidiu-se fazer um novo projeto do molde (Figura 3), a fim de solucionar os problemas relatados anteriormente. O molde passou a não possuir mais o sistema de gavetas externo, e sim, um sistema interno de gavetas. As colunas do sistema de gavetas têm a função de guiar as cavidades no sentido de abertura e fechamento, enquanto as cunhas devem garantir o fechamento do molde durante o processo de injeção, impedindo que a pressão exercida durante a entrada de material abra as cavidades e danifique as colunas guias. O macho está fixo na parte móvel do molde, e em seu interior está contido o pino de extração que tem a função de expelir a caneca do molde ao término da injeção.

O problema do ponto de injeção foi solucionado, pois agora este está localizado na parte inferior do produto, não prejudicando a estética e permitindo uma distribuição mais uniforme do polímero durante a injeção.

Embora o projeto do molde tenha sido finalizado, a fabricação do mesmo não foi possível, pois o material solicitado ao fornecedor apresentou alto custo, não sendo compatível com a verba disponível, no entanto, foi proposta uma doação, que não foi disponibilizada a tempo de concluir o trabalho.

## 5. Considerações Finais

---

O avanço tecnológico das indústrias brasileiras produtoras de peças plásticas está aumentando, não só em produção de ferramental, mas também em todo o processo até a obtenção do produto final, porém a maior parte dessas novas técnicas não é de origem nacional. Com a necessidade de pesquisas em empresas deste ramo, para o modelamento do molde proposto neste projeto, adquiriu-se uma ampla visão da necessidade de investimentos em pesquisas e apoio entre as empresas que sofrem com a concorrência asiática.

A capacitação para o desenvolvimento de moldes plásticos é extremamente complexa, devido a isso, o profissional desta área necessita adquirir conhecimento prático e teórico, sendo assim deve haver uma fusão do meio acadêmico e industrial. Do ponto de vista acadêmico, uma popularização no ensino de ferramentas computacionais para o modelamento de moldes e peças plásticas deveria ser enfatizada. Enquanto que por parte industrial espera-se que barreiras sejam rompidas para que estudos práticos sejam desenvolvidos, e posteriormente, as mesmas possam usufruir dos avanços obtidos.

Embora, nem todos os objetivos desse projeto tenham sido finalizados, todos os conhecimentos necessários para a capacitação da fabricação do molde foram obtidos, tanto por meio de estudos, quanto por meio dos acompanhamentos feitos em indústrias.

## Referências Bibliográficas

---

- BERTOLOTI, G. *Projeto de moldes para injeção de termoplásticos*. nov. 2004.
- CANDAL, M.V.; MORALES, R.A. *Design of Plastic Pieces and Their Molds Using CAD/CAE Tools. I*. mar 2005.
- GARCIA, M.C.R., *Fundamentos de Projeto de Ferramentas, Moldes de injeção para termoplásticos*. 2008.
- MARSON, D.; Filão de moldes aberto para exploração - *Revista Máquinas e Metais*, nº524, p. 30 - 49, set. 2009.
- MENGES, G.; MICHAELI, W.; MOHREN, P.; *How to Make Injection Molds*, Third Edition. 2001.
- PONCE, A.; A complexidade de um simples molde - *Revista Máquinas e Metais*, nº534, p.28 - 45, jul. 2010.
- PROVENZA, F., *Moldes para Plástico – PROTEC*. 1993.
- THOMAZI, E. *Moldes de injeção, Tecnologia dos plásticos*. jan. 2009.

## Anexos

---



