

PROJETO, CONFEÇÃO E ANÁLISE DE CUSTO DE UM MOLDE PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICO

Victor de Carvalho Drummond Diniz, victordinizz@gmail.com¹

Denis Barbosa Sousa, denis_dbs@hotmail.com²

Davi Pires Araújo, davidaviaraujo@hotmail.com²

Daniel Fernandes da Cunha, danielcunha85@gmail.com¹

Demóstenes Ferreira Filho, demostenesferreira@ufg.br¹

Rhander Viana, rhanderviana@gmail.com²

¹Universidade Federal de Goiás, Av. Universitária, nº 1488, Quadra 86, Bloco A, CEP: 74605-010 Goiânia - GO

²Universidade de Brasília Campus Gama, Área Especial de Indústria Projeção A, CEP: 72.444-240 Brasília-DF

Resumo: Com a crescente demanda do consumo de embalagens plásticas e do desenvolvimento de tecnologias na área, combinada à ausência de estudos aprofundados neste assunto na região centro-oeste, foi identificada uma oportunidade e necessidade do desenvolvimento de um trabalho que abrangesse o tema. O presente trabalho tem como propósito documentar a fabricação de uma matriz para injeção de peças em polipropileno, comparando os resultados de produção e qualidade final do produto com os de uma matriz anterior cujo desempenho é insatisfatório e cuja estrutura foi avariada por consequência de erros de projeto. São mostrados neste trabalho os procedimentos para fabricação das várias partes e sistemas que compõem uma matriz, incluindo processos de usinagem, maquinário e seleção do material utilizado. O processo de triagem das inúmeras opções que se tem para fabricar cada um dos sistemas que compõe a matriz é extremamente versátil e complexo. Cada projeto é singular em diversos aspectos e sempre há várias maneiras diferentes de atender as especificações de determinado produto, sendo necessário otimizar o processo de seleção de parâmetros para garantir agilidade na execução do molde otimizando o custo-benefício do projeto. O objetivo neste caso, é subsidiar a maior parte das decisões relativas a fase de projeto com textos da literatura especializada, comprovando que neste ramo há uma estreita relação entre os conceitos acadêmicos e as práticas utilizadas na indústria. Com a matriz finalizada são feitas análises relativas a produtividade obtida pela nova matriz e qualidade do produto final em contraste com os custos da execução do projeto.

Palavras-chave: Matriz para injeção, Molde para injeção, Processo de injeção, Injeção de polímeros, Polipropileno.

1. INTRODUÇÃO

O processo de injeção de plásticos é extremamente atrativo para as indústrias e representou um grande avanço para o mercado consumidor, pois é capaz de produzir peças de geometrias extremamente complexas apresentando as mais variadas texturas e propriedades ópticas, tudo isso aliado à altíssima repetitividade com pequenas tolerâncias e baixo custo. Entretanto, para que a peça seja produzida com sucesso há a necessidade do desenvolvimento e fabricação de matrizes de qualidade.

De acordo com Sacchelli (2007) 70% dos produtos manufaturados consumidos no mundo são oriundos do processo de moldagem de polímeros, e a maior parte das indústrias de matrizaria para polímeros concentra-se nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, existindo pouca estrutura na região Centro Oeste do Brasil.

O presente trabalho uniu a necessidade de uma das indústrias do estado de Goiás, de substituir uma matriz de baixa eficiência. Nesta ocasião tem-se como escopo a fabricação de uma matriz que seja mais eficiente que a anterior, adequando-se às limitações de investimento da empresa e prazo de entrega, porém mantendo bons níveis de acabamento e produtividade.

No processo de injeção de materiais plásticos existem diversos tipos de polímeros que, conforme suas características, são utilizados em diferentes tipos de 40 aplicações. Além disso, existem diversos tipos de metais disponíveis para confecção de moldes, podendo ser ferrosos ou não ferrosos.

De acordo com Kazmer (2007), cada aplicação exige uma determinada característica da liga selecionada e nem sempre se pode maximizar tudo que se deseja, para isso devem ser feitos estudos para que as concessões escolhidas não prejudiquem o processo. Deve se considerar um equilíbrio entre resistência mecânica do material e condutibilidade térmica, se for necessária uma maneira mais precisa de analisar a difusividade térmica é determinada pela Eq. (1).

$$\alpha = \frac{k}{\rho \cdot C_p} \quad (1)$$

Onde: k = condutividade térmica (W/(m·K)); ρ = massa específica (kg/m³) e; Cp = calor específico (J/(kg·K)).

Inserindo os valores de k , ρ e C_p que são valores característicos do material utilizado, pode-se obter o valor da condutividade térmica. Observa-se que é uma característica desejada, porém inversamente proporcional à densidade do material, que geralmente lhe concede resistência mecânica e está diretamente ligada com resistência a fadiga, importante, pois o molde sofrerá um grande número de ciclos de esforços de compressão.

Outras duas características importantes que também exigem que seja determinado um ponto de equilíbrio conforme a aplicação são dureza e usinabilidade. Para resistir ao desgaste e abrasão provocados pelo material durante os ciclos o material deve ser muito duro, porém, isto não pode fazer com que os custos de fabricação em termos de tempo de usinagem e durabilidade das ferramentas torne o processo impeditivo. A Figura 1 (a) e (b) mostram relações entre difusividade térmica e tensão limite de fadiga, além de usinabilidade versus dureza de vários materiais.

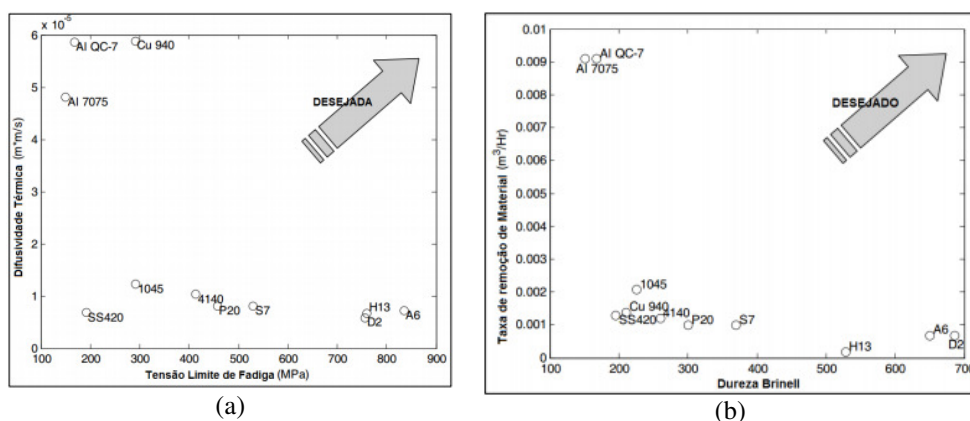


Figura 1. (a) Difusividade Térmica versus Tensão Limite de Fadiga; (b) Usinabilidade versus Dureza - Adaptado de (Kazmer, 2007).

Harada (2008) oferece dois caminhos diferentes na seleção de materiais para cavidade do molde de injeção, a primeira opção seria um método semelhante ao de Kazmer, comparando ciclos e abrasividade conforme Tab. (1).

Tabela 1. Recomendações para seleção de aços, tratamentos térmicos e tratamentos de superfície (Harada, 2008).

		Produção desejada		
		Baixa	Média	Alta
Seleção padrão	Abrasividade do produto	Aço: ao carbono (1020/1045) TT: nenhum TS: nenhum	Aço: ao carbono (1020/1045) TT: nenhum TS: Nitrocarbonetização	Aço: ABNT 4340 ou P20 (1020/1045) TT: nenhum TS: Nitrocarbonetização
		Aço: ao carbono (1020/1045) TT: nenhum TS: Nitrocarbonetização	Aço: ABNT 4340 ou P20 (1020/1045) TT: nenhum TS: Nitrocarbonetização	Aço: Classe Precipitation Hardening (PH) TT: envelhecimento TS: Nitrocarbonetização/ Nitretação a plasma/PVD
		Aço: Classe Precipitation Hardening (PH) TT: envelhecimento TS: Nitrocarbonetização/ Nitretação a plasma	Aço: ABNT H13 TT: Têmpera a vácuo TS: Nitrocarbonetização/ PVD	Aço: ABNT H13 TT: Têmpera a vácuo TS: Nitrocarbonetização/ PVD
Requisitos especiais	Polibilidade	Aço: P20 ou ABNT 420 (ESR) TT: Têmpera a vácuo (420) e nenhum (P20) TS: PVD		
	Corrosão	Aço: P20 ou ABNT 420 (ESR) TT: Têmpera a vácuo (420) e nenhum (P20) TS: PVD		
	Baixa	Aço: P20 ou ABNT 420 (ESR)		
	Deformação	TT: Têmpera a vácuo (420) e nenhum (P20) TS: PVD		

TT = Tratamento térmico
TS = Tratamento de superfície

Fonte: Brasimet S.A.

Além dos fatores de seleção de materiais e processos de fabricação, vários fatores devem ser levados em consideração no momento do projeto do molde, o que elevam ainda mais o nível de complexidade da fabricação desta ferramenta. Entre estes fatores pode-se elencar a contração do material, a conicidade necessária nas cavidades, a disposição das cavidades, a localização dos canais de distribuição e canais de entrada e, os sistemas de extração e refrigeração.

Logo, nota-se a complexidade envolvida na fabricação de moldes para a injeção de termoplásticos. Neste artigo, serão documentados todos os critérios determinantes para escolha dos vários sistemas envolvidos no funcionamento de um molde, em conjunto com os processos e equipamentos envolvidos na fabricação da mesma, mostrando também soluções adotadas para compensar a renúncia no uso de certos recursos no projeto, dadas algumas limitações da prestação de serviços especializados na região.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nas etapas de tomada de decisão e execução do trabalho está descrita na Fig. (2).



Figura 2. Fluxograma de processos.

2.1. Demanda

A peça demandada foi uma tampa de polipropileno utilizada no ramo de alimentos para proteger um produto em pó, Fig. 3(a), pois a mesma possui geometria relativamente simples e a confecção de sua cavidade envolvia boa parte dos processos de desabaste e acabamento que geralmente estão presentes nos moldes de injeção, além disso necessitaria de um sistema de refrigeração adequado. Uma matriz já em funcionamento foi escolhida para fazer uma análise comparativa com a matriz proposta neste trabalho. Devido à defeitos de fabricação Fig. 3(b) e produtividade insatisfatórios (presença de rebarbas e alto tempo de ciclo), houve a demanda da fabricação de um novo molde que satisfizesse algumas condições. O molde novo deveria ser capaz de produzir pelo menos meio milhão de tampas ao longo de um ano e ter potencial para produzir mais de um milhão de peças após reparos simples como retificação das placas de suporte e repasse no acabamento das cavidades. O mesmo deve garantir um bom acabamento da peça ao ser extraída, eliminando rebarbas e garantindo boa repetitividade sem a necessidade de ajustes periódicos do processo.



(a)



(b)

Figura 3. (a) Tampa da nova matriz sem operações de acabamento pelo operador. (b) Rebarbas e acabamento estético insatisfatórios.

2.2. Processo de decisão

Após determinação das características do produto, deve ser selecionado o tipo de molde a ser utilizado, levando em conta a relação entre o custo de fabricação do molde, custo unitário e quantidade de peças previstas para serem produzidas. Determinou-se o uso do molde de duas placas com 4 cavidades, pois desta maneira seria reduzido o investimento inicial no molde mantendo também um projeto mais simples que poderia ser executado com maior rapidez. A escolha das 4 cavidades foi feita pois a área superficial das cavidades caberia dentro das dimensões de fechamento da máquina, e a massa total das cavidades injetadas está dentro das capacidades de processo da mesma. A segunda opção seria um molde com câmara quente e foi descartado pois a mesma viria de um fornecedor externo, aumentando e muito o custo inicial e o prazo de entrega da matriz devido à adição de certa complexidade ao projeto.

A seleção de materiais seguiu as recomendações dos autores Kazmer (2007) e Harada (2008). Portanto, para os componentes que sofrem maior desgaste, como no caso de postigos, buchas-guia, colunas e pinos guia, foi utilizado aço 4340 temperado e revenido, entretanto, não foi possível o uso do tratamento superficial de nitretação devido ao elevado custo e a falta de disponibilidade deste serviço no estado de Goiás. No restante das placas foi utilizado aço 1045, uma escolha um pouco conservadora.

O dimensionamento das placas da matriz foi feito de modo que proporcionasse espessura suficiente para abrigar as cavidades e o sistema de refrigeração, fornecendo algum sobremetal para que o molde pudesse ser retificado no caso de um empenamento ou mesmo manutenção após um número muito alto de ciclos. Porém o volume deve respeitar os limites da unidade de fechamento da máquina, neste caso uma injetora da Himaco modelo APTA ECO 180 (Fig. (4)).



Figura 4. Máquina Injetora Himaco modelo APTA 180 ECO. Fonte: (Himaco, 2015).

No desenho das cavidades foi considerada uma contração volumétrica de 2 % para o polipropileno, dentro dos parâmetros indicados pela literatura, ou seja, a cavidade é um pouco maior que o normal para manter as tolerâncias geométricas da tampa após a contração causada pela refrigeração tardia do material. A conicidade neste projeto não foi considerada, pois a geometria do produto, ou seja, sua espessura de parede e arestas com canto vivo nas bordas do seu perímetro permitiram o uso de um sistema de extração com uso de placa extratora. Neste caso, a tampa sofrerá um esforço aplicado pela placa até que uma leve distorção a retire do postigo macho compensando a ausência de conicidade.

Canais de distribuição e alimentação As cavidades foram dispostas em um formato de “X”, pois desta forma forneceriam um maior aproveitamento da área das placas de suporte que são quadradas, proporcionando uma mesma distância do centro para todos os canais de distribuição e mantendo um comprimento adequado. O perfil dos canais de distribuição escolhido foi o chamado meia-cana, pois atende as necessidades de injeção e economiza tempo de usinagem mantendo o projeto de molde simples. O diâmetro de canal meia-cana utilizado foi de 8 mm, um valor baixo para o PP, considerando a eficiência do diâmetro de meia cana 61,2 % do circular inteiro (Kazmer, 2007), tendo um equivalente de 4,9 mm. O tipo de entrada escolhida foi submarina, por proporcionar um local mais fácil de acesso a peça, na parede externa, sem deixar marcas aparentes e facilitando o processo de remoção manual dos galhos.

Os canais de refrigeração foram levemente superdimensionados, com furos de 18 mm de diâmetro repartidos ao meio por placas de 2 mm de espessura, nas partes posteriores de ambos os postigos. As placas são retangulares e não alcançam a parte cônica da furação, assim a água circulará entre um meio cilindro e outro através da geometria deixada pela broca no final de cada furo, Fig. (5).

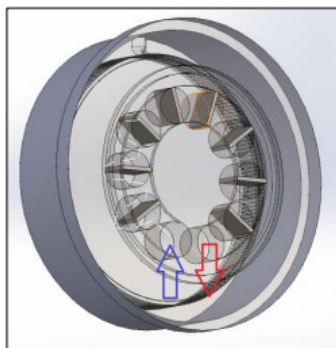


Figura 5. Sistema de refrigeração.

2.3. Seleção de ferramentas e parâmetros de usinagem

As ferramentas foram insertos e fresas de metal duro revestidos. Não é possível dar mais detalhes sobre modelo e marca de produto, pois as mesmas foram adquiridas por fornecedores não ligados aos fabricantes, cujo foco é o comércio de ferramentas reafiadas e muitas vezes perde-se a embalagem original da mesma. Os parâmetros de usinagem não puderam ser documentados. Apesar da utilização de programas CAM exigir a definição das velocidades de avanço e rotação de ferramentas, o operador de CNC sobrepuja os seus próprios parâmetros com o uso do potenciômetro do CNC, utilizando *feedback* áudio-visual do processo para ajuste fino. Isso se faz necessário devido à falta de informações específicas sobre as ferramentas utilizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Desenhos do projeto

Tendo estabelecido todos os parâmetros necessários para criação dos desenhos, determinado a geometria do molde e das ferramentas de eletroerosão. Foram desenhados os respectivos projetos (Figs. (6), (7), (8) e (9)), com auxílio do *software Solidworks Student Edition*.

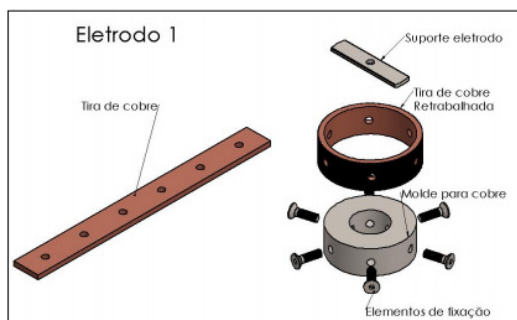


Figura 6. Projeto do eletrodo para ranhuras laterais.



Figura 7. Projeto do eletrodo de acabamento superficial.

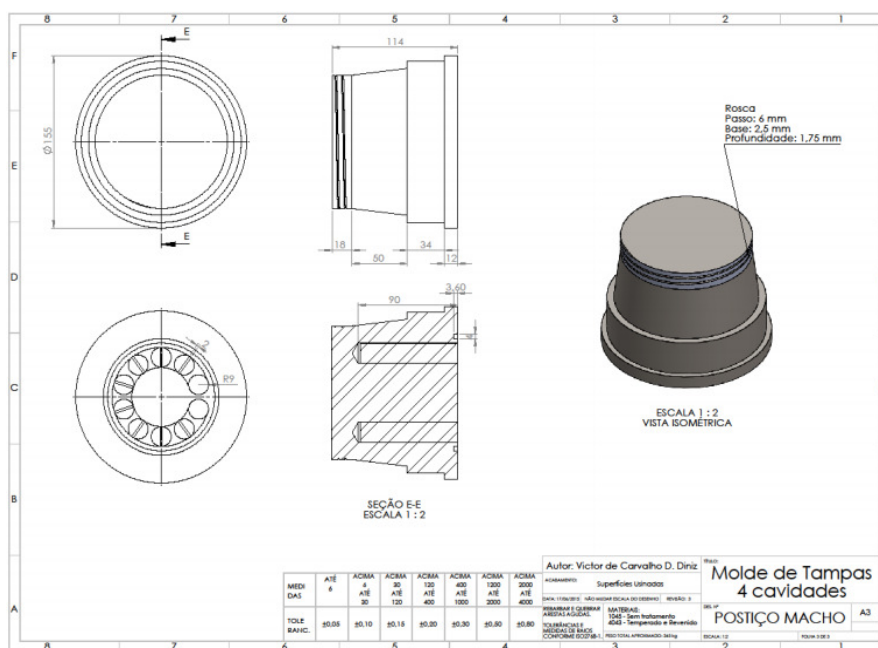


Figura 8. Postiço macho.

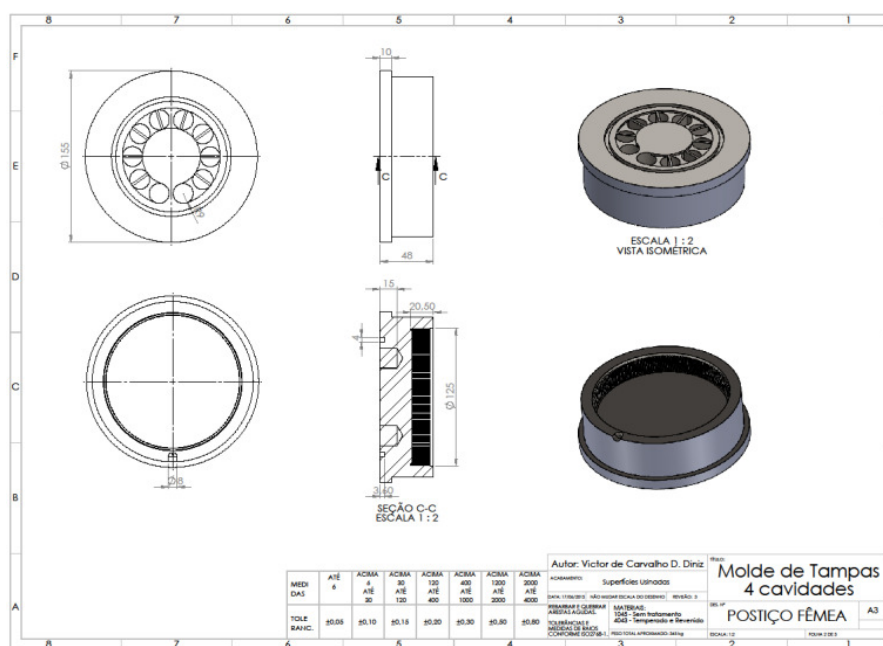


Figura 9. Postiço fêmea.

3.2. Execução do projeto

Os *blanks* de aço 1045, referentes às placas de fixação, montagem de posições, espaçadores, extrator e porta extratores foram esquadrejados em uma fresadora vertical, MANROD MR-9400 VC (Fig. (10) (a)), e retificados em uma retífica plana, Clever modelo RP 3060AH para acabamento.

Os quatro furos que abrigariam os postigos foram abertos primeiramente com diversos furos menores próximos ao perímetro da circunferência no CNC, ROMI Bridgeport Discovery 4022, o miolo de cada furo referente às 4 cavidades foi então, retirado e mandrilhado usando insertos Lamina APKT 1003 PDTR LT 30. Essa operação foi realizada nas duas placas de montagem dos postigos e na placa de extração da peça. O restante da furação referente a colunas e pinos em todas as placas do molde foram feitos utilizando brocas e fresas de topo, conforme Figs. (10) e (11).



Figura 10. À esquerda furação de perímetro da cavidade, à direita peça pós processo.

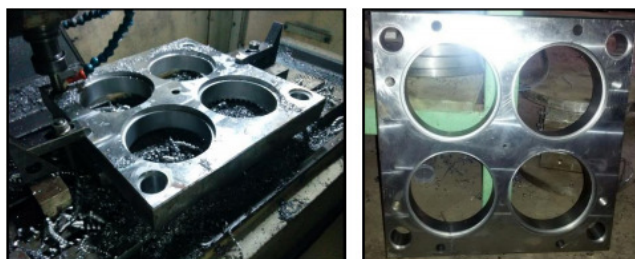


Figura 11. À esquerda operação de abertura de furos e mandrilhamento, à direita peça final.

As peças cilíndricas como colunas, pinos guia, postigos macho e fêmea, tirantes e buchas foram todas usinadas em um torno, Clever Modelo L-1640 ECO com insertos Lamina TNMG 160404 NN LT10. Após operação de desbaste com sobremetal, as peças passaram por processo de têmpera, e retornaram em seguida para operações de acabamento. Partes do molde que exigem um grau maior de precisão como colunas e pinos guia, assim como suas respectivas buchas, passaram por um processo de retificação seguidos de revenimento.

A rosca presente nos quatro postigos machos foi feita no centro de usinagem, assim como os canais de refrigeração na parte traseira dos postigos utilizando brocas e fresas de topo (Fig. (12)), e a divisão dos canais circulares foi feita com pequenos enxertos em forma de lâmina com espessura de 2 mm. Nas laterais da placa suporte os canais foram usinados com brocas para furação profunda na fresadora ferramenteira.



Figura 12. À esquerda canais de refrigeração do postigo macho, à direita parte frontal do postigo.

Os canais de distribuição de material foram feitos também na fresadora ferramenteira com uma fresa de ponta esférica, já o canal de alimentação foi feito com ferramental artesanal onde o postigo foi fixado em ângulo na fresadora ferramenteira mostrados na Fig. (12), em sequência da esquerda para direita: placa com canais de distribuição, canal submarino do postigo fêmea e ferramenta para fabricação do canal. O processo de acabamento externo da tampa, ou seja, interno a cavidade fêmea do postigo, foi feito com auxílio de uma máquina de usinagem por eletroerosão, Isotron, no qual na etapa de desbaste foi utilizada uma corrente de 8 A com 50 V de tensão, penetração de 3 a 4 segundos com alívio de altura de 10 mm para remoção de material no *GAP*. Na etapa de acabamento foi utilizada uma corrente de 1 A com 50 V de tensão, penetração de aproximadamente 1 segundo com alívio de altura de 5mm para retirada de material fundido, conforme Fig. (13).



Figura 13. À esquerda eletroerosão, à direita resultado do acabamento final.

Após a fabricação de todos os componentes do molde o mesmo foi colocado na máquina para ser feito um *tryout* da produção, procedimento padrão na indústria de injeção. Neste teste inicial, o desempenho do molde satisfaz as necessidades de peso e acabamento, porém foi constatado que as tampas não travavam corretamente em seus respectivos potes. O molde foi levado novamente para ferramentaria, onde foi feito um repasse na rosca dos postigos, aumentando um pouco a altura de seus perfis e acrescentou-se mais meia volta de rosca na tampa. Um segundo teste mostrou que as tampas de todas as cavidades se adequavam aos padrões de acabamento, peso e travamento. O tempo de processo era satisfatório e o molde foi então aprovado.

4. COMPARAÇÃO ENTRE MATRIZ NOVA E ANTIGA

Comparando a matriz atual com o molde utilizado previamente, pode-se dizer que a produtividade mais que dobrou devido ao aumento no número de cavidades e redução no tempo de ciclo total, mesmo injetando mais material. Isso foi possível, pois a máquina estava sendo subutilizada anteriormente, trabalhando bem abaixo da sua capacidade de injeção. O molde anterior tinha 4 cavidades, mas a ideia de utilizar dois pares diferentes de tampas, com peso e tamanhos diferentes, sem fazer compensação no diâmetro dos canais de alimentação, causou um desbalanceamento no molde. Isso propiciou o aparecimento de rebarbas que no fim danificaram o molde a ponto de o mesmo ter que trabalhar com somente duas cavidades, Fig. (14).

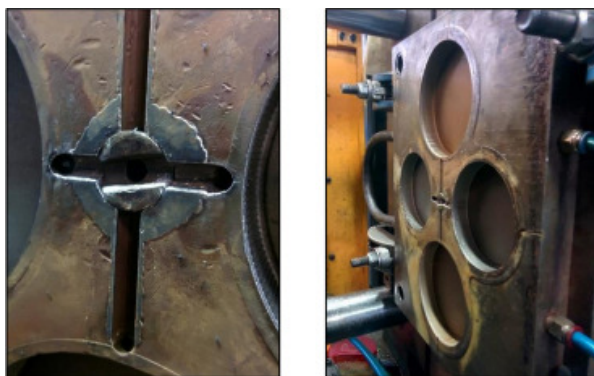


Figura 14. Canal de distribuição sem compensação, defeitos e soldas.

A nova matriz eliminou erros presentes no projeto original que prejudicaram seu desempenho e provocaram avarias à longo prazo. Além disso, os canais de distribuição dos galhos foram projetados de maneira equilibrada e para uma única geometria de produto. Isso impedirá que rebarbas surjam durante o processo, evitando também o amassamento das placas de suporte, que por sua vez poderia abrir espaço para o aparecimento de mais rebarbas.

O custo total do trabalho foi de aproximadamente R\$18.000,00, sendo:

- Matéria-Prima: R\$ 3.500,00.
- Ferramentas: R\$ 750,00.
- Mão de obra (45 dias): R\$ 5.000,00.
- Projeto (7 dias): R\$ 8.750,00.

O tempo relativamente longo para entrega do projeto e mão de obra se justificam pelo fato de que, em uma matrizaria vários projetos são executados ao mesmo tempo, também deve se levar em conta que o *tryout* exige que o

molde volte até a ferramentaria para realização dos ajustes, tomando certo tempo. Neste trabalho não houve o custo de projeto, pois o mesmo foi desenvolvido pelo autor.

O tempo para entrega, no entanto foi bem maior, devido ao processo de aprendizagem, documentação e esclarecimento de dúvidas com o técnico responsável pela ferramentaria. Os altos custos usuais de projeto se devem ao risco de que após a entrega do molde, um erro de projeto acarrete na fabricação de sistemas inteiros do molde ou até mesmo uma nova matriz, custo que recaí inteiramente no fornecedor.

Considerando que ambos os moldes trabalharão na mesma empresa e máquina, fixar os mesmos valores para custo de hora máquina e custo de mão de obra são afirmações válidas, mesmo que estes valores estejam um pouco fora do contexto atual, para fins comparativos a planilha é coerente. Foi realizada uma comparação variando-se o número de cavidades para cada molde e variando-se os cenários da quantidade demandada. Isso ilustra a importância da amortização de custos em uma grande quantidade de peças e o efeito da produtividade do molde nos custos finais e prazos de entrega. Quanto aos valores de custos, o projeto atual oferece um custo menor por peça (R\$ 0,37) do que o molde anterior (R\$ 0,47). O molde antigo foi adquirido a mais de 3 anos por um preço um pouco abaixo ao do molde atual. Entretanto, por ajustes de inflação foi considerado que ambos os moldes têm o mesmo valor, uma aproximação válida. A queda no custo unitário é consequência do aumento de produtividade que amortiza os custos por hora/máquina e por mão de obra/hora. Também existem outros fatores de redução de custo não levados em conta, como o fato de o molde novo possibilitar menores perdas de material durante a fase de início de produção, reduzir perdas por reprocesso de material e exigir menor atenção do controle de qualidade quanto à parâmetros de acabamento.

O padrão de qualidade e a repetitividade dos produtos extraídos do novo molde é muito superior. A opção da câmara quente é bastante utilizada para produções de grande escala (mais de um milhão de peças) por oferecer maior controle de processo e reduzir custos por não necessitar de sistemas ou operadores para retirada dos galhos e o reprocesso dos mesmos. Neste caso, porém, esta opção foi descartada, devido a três principais motivos: alto custo de investimento inicial, extensão do prazo de entrega do molde e a possibilidade de substituição da linha deste produto em menos de dois anos, o que reduz as chances de amortização do alto custo inicial. O custo inicial é três vezes maior que o do molde sem câmara, à fabricação da câmara quente envolveria um segundo fornecedor no processo de fabricação e os mesmos estão localizados na região sul e sudeste do país, e por fim, a redução nos custos por peça poderiam não ser aproveitados na provável troca da linha do produto que utiliza esta tampa. A falta de prestadores de serviço especializados no estado de Goiás limita, e muito, certas escolhas no projeto do molde quando se trabalha com curtos prazos de entrega, não há grande variedade de metais mais duros, faltam opções para realização de tratamentos de material um pouco mais específicos ou para serviços envolvendo processos especiais de fabricação. Isso acaba criando custos adicionais indiretos, pois nem sempre se pode fazer a melhor escolha na seleção das características do projeto do molde.

5. CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que o resultado do trabalho satisfaz os objetivos propostos. O molde fabricado ofereceu uma oportunidade de documentação de grande parte dos processos que envolvem a fabricação de um molde de injeção. Os parâmetros selecionados para o projeto foram em sua grande maioria corroborados pela literatura utilizada no trabalho, mostrando que, neste caso, a indústria e os estudos acadêmicos tem uma relação estreita com relação as suas práticas, o que pode não ser realidade em outras áreas do cenário nacional. Os problemas do projeto anterior foram solucionados, e foram obtidos saltos na produtividade e elevação da repetitividade do processo com ganho em qualidade.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Goiás, ao curso de Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília Campus-Gama e a empresa Savana Indústria e Comércio de Embalagens Plásticas pelo auxílio financeiro na realização deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- Harada, J., 2008, "Moldes para Injeção de Termoplásticos". São Paulo: Ed. Artliber, 2008.
Kazmer, D. O., 2007, "Injection Mold Design Engineering", Cincinnati: Hanser, 2007.
Sacchelli, Carlos Maurício. 2007. "Sistematização do Processo de Desenvolvimento Integrado de Moldes de Injeção de Termoplásticos", Tese, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC: s.n., 2007.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

DESIGN, MANUFACTURE AND COST ANALYSIS OF MOLD THERMOPLASTIC INJECTION

Victor de Carvalho Drummond Diniz, victordinizz@gmail.com¹

Denis Barbosa Sousa, denis_dbs@hotmail.com²

Davi Pires Araújo, davidaviaraujo@hotmail.com²

Daniel Fernandes da Cunha, danielcunha85@gmail.com¹

Demóstenes Ferreira Filho, demostenesferreira@ufg.br¹

Rhander Viana, rhanderviana@gmail.com²

¹Universidade Federal de Goiás, Av. Universitária, nº 1488, Quadra 86, Bloco A, CEP: 74605-010 Goiânia - GO

²Universidade de Brasília Campus Gama, Área Especial de Indústria Projeção A, CEP: 72.444-240 Brasília-DF

Abstract: *With the increasing demand in the consumption of plastic packaging and the development of technologies in the area, combined with the absence of detailed studies on this subject in the Midwest region of Brazil, it was identified an opportunity and a need to develop a study regarding this matter. The following paper aims to document the manufacture of an Injection Mold for polypropylene parts. Comparing the results of productivity and final product quality with a previous mold whose performance is unsatisfying and whose structure was damaged because of design mistakes. In this study, it is shown the many procedures for production of various components and systems that are built in to a mold, including machining processes, machinery description and material selection. The process of screening the numerous options that a mold designer has to make, for each of the systems that make up a mold, is extremely versatile and complex. Each project is unique in many ways and there are always several different ways to meet the particular product specifications, requiring continuous improvement of the parameter selection process to ensure agility in the execution of the mold, optimizing also project's cost-benefit. The goal is to back up most of the decisions concerning the design phase with scientific papers, proving that in this market there is a close relationship between academic concepts and practices used in the industry. After the mold was finished, a productivity and final product quality analysis achieved by the new mold is done and compared to the final cost of the whole manufacture process.*

Keywords: *Injection Molding, Plastic Injection Molding, Injection Mold, Polypropylene.*