

ANÁLISE DE PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE DUAS PLACAS

Jacson Cambuzzi

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
cambuzzi@netvision.com.br

Kelly Patricia Dias

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
kellypatriciadias@ibest.com.br

Carlos Maurício Sacchelli

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
sacchelli@sociesc.com.br

Marzely Gorges Farias

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
marzely@sociesc.com.br

Resumo. *O consumo de materiais plásticos obteve um grande crescimento nestes últimos anos. Novas tecnologias foram criadas para auxiliar no principal processo de transformação de peças plásticas, a moldagem por injeção. Neste processo, o molde de injeção é um dos principais itens no ciclo de desenvolvimento de produtos plásticos injetados, contudo o processo de projeto do molde é ainda realizado de maneira empírica, baseado na experiência do projetista. A realização de estudos para promover melhorias no processo de projeto se faz necessário para torná-lo mais rápido, seguro e viável economicamente. Neste contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar os moldes de injeção de duas placas buscando o princípio de solução utilizado pelo projetista para a concepção do mesmo, a fim de fazer futuramente um banco de dados, que possa facilitar os projetos de novos produtos injetados.*

Palavras Chaves: *Moldes de injeção, projeto do molde, produtos injetados.*

1. INTRODUÇÃO

O segmento de moldagem por injeção tem apresentado nestes últimos anos, um grande crescimento, devido as suas características próprias que propiciam a fabricação de peças com custo mais baixo e com geometria complexa.

Neste cenário, observa-se um aumento no número de ferramentarias, que são as empresas responsáveis pela fabricação dos moldes de injeção. No Brasil existem aproximadamente 1.200 empresas deste tipo concentradas em sua maioria em três pólos São Paulo (SP), Joinville (SC) e Caxias do Sul (RS), segundo Maxiquim⁽¹⁾.

Nas empresas de Joinville 64,24% da produção dos moldes se destina à injeção de termoplásticos, de acordo com uma pesquisa realizada por Sacchelli et al⁽²⁾.

Vários investimentos têm sido feitos pelas empresas nas áreas de CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), CNC (Computer Numerical Control) e CAE (Computer Aided Engineering) para promover melhorias no processo, o aumento da qualidade do produto e a redução de prazos. Contudo, o processo de projeto do molde de injeção ainda é realizado de maneira empírica, surgindo neste ponto a necessidade das empresas possuírem em seu quadro de um bom especialista no momento de realizar o projeto do molde.

Neste contexto, torna-se necessário realizar estudos para melhorar o processo de projeto a fim de aumentar a eficiência no desenvolvimento e consequente atendimento dos requisitos dos sistemas de normas internacionais, bem como diminuir os erros nos moldes decorrentes ou falhas no projeto, que são exigências do mercado local e global para a sustentabilidade do negócio e do meio ambiente.

De acordo com Gastrow ⁽³⁾, o molde de injeção é classificado de acordo com a norma DIN E 1670 denominada de “Moldes de Injeção e Compressão de Componentes em: moldes de duas placas, de três placas ou placa flutuante, com gavetas, com canais quentes, sanduíche e com placa extratora”.

Pode-se ainda em um molde de injeção, observar vários sistemas, que devem funcionar de forma integrada, sendo os principais: alimentação, extração e refrigeração (Figura 1). Basicamente o molde de injeção está dividido em duas partes, que são: conjunto superior e conjunto inferior. Essa divisão é feita baseada na linha de abertura do molde, que é a linha onde ocorre a separação do conjunto superior e conjunto inferior, o que permite a retirada do produto.

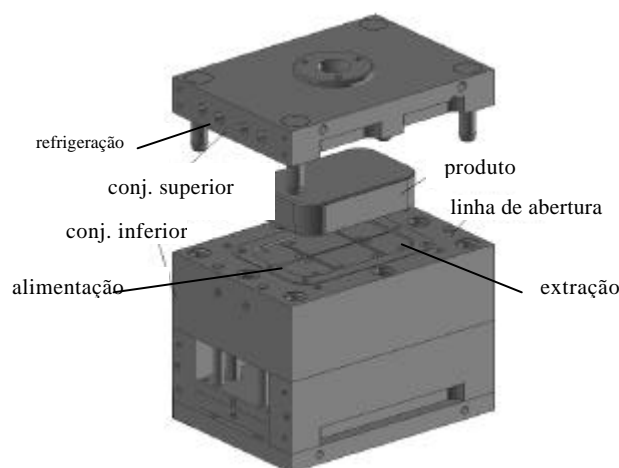


Figura 1 – Exemplos dos sistemas de um molde de injeção.

2. PROJETO DE UM MOLDE DE INJEÇÃO

No projeto de moldes de injeção, os principais itens são definidos pelo projetista, e as demais informações são fornecidas pelo cliente e ou ferramentaria, conforme descreve Sacchelli et al ⁽²⁾.

Devido a sua complexidade, o projeto de um molde é uma tarefa que demanda um grande esforço e competência para realizá-la, pois envolve conhecimentos de diversas áreas técnicas. Constata-se que o projetista é quem define quase todos os itens do projeto do molde.

A habilidade do projetista em reunir as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto influenciará nas características, na qualidade e nas propriedades da peça moldada. Sendo assim, o processo de projeto do molde hoje é baseado em informações e meios que estão associados ao conhecimento de especialistas de distintos campos de conhecimento como, por exemplo, necessidades dos clientes, lista de requisitos e regras de projeto de componentes (pinos, buchas, parafusos, anéis, etc), conjunto de funções e princípio de solução do componente injetado, informações sobre injetora, conjunto de dados de custos, entre outros.

Os meios empregados pelo projetista são o ferramental teórico e o prático, que permitem que o processo de desenvolvimento de componentes injetados possa ser construído viabilizando a efetiva obtenção de soluções de projeto.

O processo de projeto de um molde de injeção de termoplásticos é uma atividade complexa que requer conhecimento de diversas áreas da engenharia. O projetista deve reunir essas informações e com habilidade e competência desenvolver o processo de projeto, pois essas informações, que são os dados de projeto, influenciam nas características, na qualidade e nas propriedades da peça moldada.

No processo de projeto do molde existem três elementos envolvidos: o cliente, a ferramentaria, e o projetista, segundo Tonolli ⁽⁴⁾.

- i) Cliente: elemento responsável pela solicitação de fabricação do molde e pelo fornecimento dos dados do componente a ser produzido.
- ii) Ferramentaria: responsável pelo planejamento e pelo processo de fabricação do molde.
- iii) Projetista: responsável pelo desenvolvimento do projeto do molde segundo os requisitos solicitados pelo cliente no que se refere ao produto a ser injetado.

Para compreender melhor o processo de projeto, foi realizada uma pesquisa de campo para compreender como os projetistas agem no processo de desenvolvimento do molde. Para esta pesquisa foram consultados três projetistas.

O processo de projeto foi dividido em 2 etapas. A primeira é composta de necessidades para o estabelecimento de alguns pontos de partida, que estão relacionados com: o produto, o material plástico, a máquina injetora e a máquina ferramenta.

Com relação às máquinas ferramentas, o projetista deve facilitar o planejamento de processo na ferramentaria, conhecendo os equipamentos existentes e conseqüentemente projetar o molde em função dos mesmos, visando racionalizar o trabalho e conseqüentemente diminuir o custo da ferramenta. Analisado o produto, a máquina injetora e as máquinas ferramentas disponíveis, parte-se para a etapa de projeto do molde de injeção.

Na segunda etapa são definidos os sistemas do molde, ou seja, a alimentação, a extração e a refrigeração. Também, são definidas ainda, por exemplo, a localização do produto no molde e os materiais de construção.

No momento que o projetista for desenvolver o projeto, ele deve seguir uma seqüência de atividades. Nesta segunda etapa da pesquisa foi questionado a cada projetista qual é a sua seqüência no momento de se projetar o molde. A forma variou de projetista para projetista, conforme mostram os resultados da pesquisa na Figura 2.

3. ANÁLISE DE PROJETOS DE MOLDES DE INJEÇÃO

No processo de projeto do molde existem três setores envolvidos, conforme já analisado, onde o cliente é o responsável pelos dados de entrada do projeto.

O cliente normalmente define os seguintes itens: i) material a ser injetado, ii) acabamento, iii) máquina injetora, iv) número de cavidades e v) acessórios.

O projetista reúne estas informações e com seu conhecimento e, em algumas empresas, com auxílio de um software, desenvolve o processo de projeto, definindo os principais sistemas do molde: a alimentação, a extração e a refrigeração

Não existe uma regra para se projetar. O projeto do molde de um produto é um processo único, cada produto é um caso. Com esta percepção, foram examinados projetos de moldes de diversos produtos, buscando encontrar algum princípio inventivo.

Os produtos examinados são apresentados nas Tabelas 01 e 02, que mostram também qual o tipo de alimentação, extração e refrigeração utilizada.

Na seqüência, será descrita a análise realizada dos projetos demonstrados, nas Tabelas 01 e 02. Ressaltando que a análise foi realizada em conjunto com o projetista que realizou o projeto dos moldes de injeção para estes produtos, e está dividida em três tópicos: alimentação, extração e refrigeração.

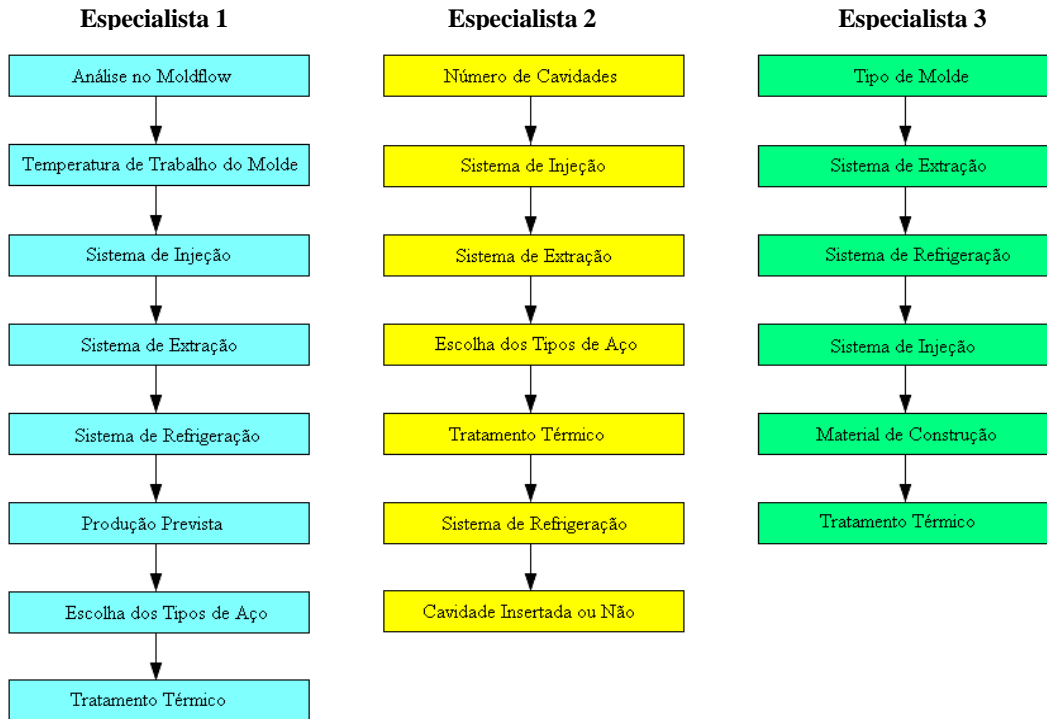


Figura 2 – Seqüência de atividades de projeto de um molde de injeção.

3.1 Alimentação

Os sistemas de alimentação (direto, submarino, bico quente, câmara quente) das tabelas 01 e 02, dependem da demanda de produção, acabamento e custo.

Nos produtos 1, 2, 9 e 13, utilizou-se o sistema de alimentação por câmara quente, pois os produtos possuem alta produtividade, conseqüentemente precisam de um ciclo de injeção mais rápido, maior número de cavidades e um ponto de injeção pequeno (melhor acabamento). No projeto 13 foi utilizado este sistema de alimentação para não existirem perdas com o material dos canais de alimentação, e não é necessário um operador para se retirar o mesmo.

A injeção submarina também é um bom tipo de alimentação, por possuir o destaque automático do canal de alimentação, menor ponto de injeção e também não é necessário um operador para se retirar o mesmo. Sendo assim, se utilizou este processo nas peças 3, 6, 8, 10, 11 e 15. Este tipo de alimentação não é muito utilizado em materiais como PVC - Cloreto de polivinila e termoplásticos de engenharia, pois os mesmos necessitam de uma maior área de alimentação.

É utilizada a injeção direta nos produtos 7, 14, 17 e 18, em peças de PVC e termoplásticos de engenharia, e peças de uma só cavidade. Neste tipo de sistema é necessário à retirada do ponto de injeção no produto.

A injeção por bico quente (produtos 5 e 12) também é utilizada em peças de apenas uma cavidade, porem não se aplica muito a material como o PVC. Nos demais materiais como PP - polipropileno, PS - poliestireno, PE - polietileno, ABS – acrilonitrila-butadieno-estireno e Nylon é muito utilizada e indicada.

O sistema de alimentação por entrada restrita (produtos 19 e 20) é caracterizado por injetar peças que posteriormente formaram um conjunto, por exemplo, 2 peças de um tipo, 1 de outro e 3 de outro. Neste caso é necessário o balanceamento de injeção, que pode ser feito na distância do canal, no diâmetro do canal ou no diâmetro do canal de alimentação.

No produto 4 foi utilizada a alimentação do tipo em leque, por ser um produto de espessura fina, onde há a necessidade de não aparecer o ponto de injeção (sem vestígios), por possuir facilidade de cortar o canal, e também por fazer um enchimento da cavidade de forma mais homogênea.

No produto 16 foi utilizada alimentação múltipla, por ser uma peça de PVC necessita de maior área de injeção e, neste caso, foi utilizada a injeção em múltiplos pontos para evitar riscos de possíveis pontos de solda fria.

Tabela 01- Projeto Analisados

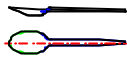
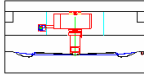
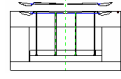
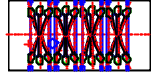


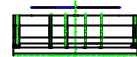
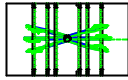

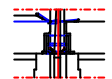

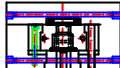

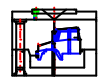

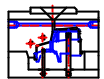

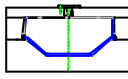

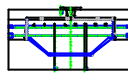

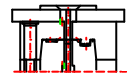

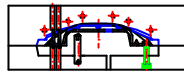

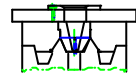
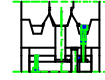
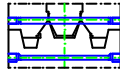





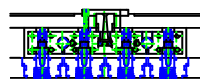




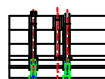
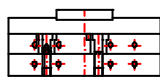
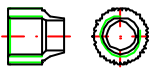




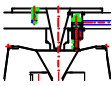
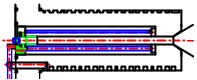
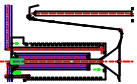


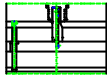
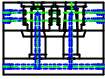



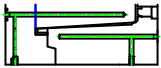
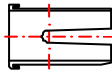






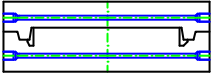


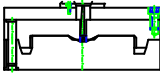

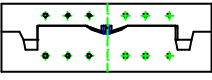
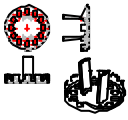
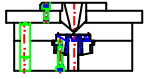

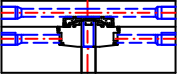

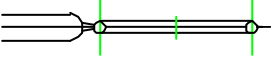
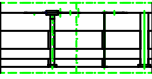
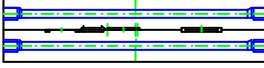
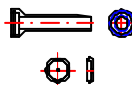


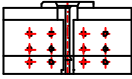
Nº	Componente	Sistema de alimentação	Sistema de extração	Sistema de refrigeração
1		 Câmara quente	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
2		 Câmara quente	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
3		 Entrada submarina	 Placa impulsora	 Diâmetro do canal – 8mm
4		 Entrada em leque	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
5		 Bico quente	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
6		 Entrada submarina	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
7		 Direta	 Placa impulsora e placa extratora	 Diâmetro do canal – 8mm
8		 Entrada submarina	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
9		 Câmara quente	 Placa impulsora e camisa	 Diâmetro do canal – 8mm
10		 Entrada submarina	 Placa impulsora Camisa	 Diâmetro do canal – 8mm

Tabela 02- Projeto Analisados

Nº	Componente	Sistema de Alimentação	Sistema de Extração	Sistema de Refrigeração
11		 Entrada submarina	 Placa impulsora e engrenagem e molas	 Diâmetro do canal – 8mm
12		 Bico quente	 Válvula de ar central	 Diâmetro do canal – 8mm
13		 Câmara quente	 Placa impulsora e placa extratora	 Diâmetro do canal – 8mm
14		 Direta	 Válvula mecânica, auxílio de ar	 Diâmetro do canal – 8mm
15		 Entrada submarina	 Placa impulsora e extratora	 Diâmetro do canal – 8mm
16		 Entrada múltipla	 Placa impulsora e pinos cilíndricos	 Diâmetro do canal – 8mm
17	 	 Direta	 Placa impulsora e extratora	 Diâmetro do canal – 8mm
18		 Direta	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
19		 Entrada restrita	 Placa impulsora e pino cilíndrico	 Diâmetro do canal – 8mm
20		 Entrada restrita	 Placa impulsora, pino cilíndrico e camisa	 Diâmetro do canal – 8mm

Analisando esses diferentes tipos de sistemas de alimentação verificou-se que nas peças cilíndricas com furo passante foram utilizadas entradas submarinas na parte interna do cilindro, como mostrados nos produtos: 3, 8, 15 e 11.

Quando a peça cilíndrica possui um furo não passante a entrada é feita na parte não passante do furo, e o tipo de alimentação depende do acabamento especificado pelo cliente, conforme os exemplos: 9, 7, 12, 13, 14, 17 e 18.

3.2 Extração

O sistema de extração também depende do acabamento do produto e do seu custo.

Foi utilizada extração por pinos cilíndricos nos produtos 1, 2, 4, 5, 6, 8, 16, 18 e 19, ou seja, em 45% dos produtos analisados. É um tipo de extração de fácil confecção, manutenção, baixo custo e de boa funcionabilidade, desde que o produto permita as marcas dos extratores.

A extração por camisa (bucha), utilizada sozinha como, por exemplo, no produto 10 ou combinada com outro tipo de extração como, por exemplo, nos produtos 9, 3 e 20. Normalmente é usada em peças circulares, peças com saliências internas, anéis ou peças de qualquer formato que por ventura tenham uma destas características. Neste tipo de extração, normalmente, as peças são extraídas por pressão.

Em peças que não permitem marcas de extração são recomendados o uso de extração por placa, as quais são muito utilizadas em peças cilíndricas (produtos 7,13,15), peças com lacres como tampas de garrafa (produto 9) e tampa de potes (produto 17). Também pode ser utilizada combinada com outro tipo de extração como, por exemplo, no caso do produto 11, que tem 3 tipos combinados de extração para que o produto possa sair: as engrenagens extraem a rosca e a mola gera a pressão sobre o produto para que quando desroscar o produto saia do macho.

O uso de extração por válvula de ar pode ser utilizado no sentido de extração como, por exemplo, no produto 12 e, também, do lado da injeção como, por exemplo, nos produtos 12 e 14, a fim de permitir a entrada de ar nas peças com grandes profundidades para a eliminação do vácuo. O vácuo proporciona a retenção da peça no lado da injeção, tornando inviável o processo.

No produto 14 foi utilizado combinado com a válvula de ar no lado da injeção uma válvula mecânica com auxílio de ar, muito usada em produtos como baldes ou frascos de profundidades elevadas, que permite garantir que a peça seja extraída até o final do macho. O emprego somente de ar, após descolar a peça do macho, não teria força para extrair a peça até o final do macho. Somente mecânica não descolaria a peça do macho e danificaria o produto.

3.3 Refrigeração

Não existe uma distância padrão com relação às galerias e a cavidades. Isto varia de produto para produto. Pode-se considerar eficiente o resfriamento quando a diferença de temperatura da entrada com a saída é em torno de 8°C.


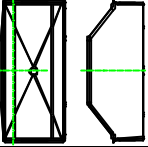

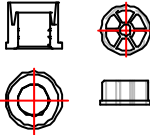
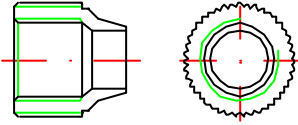
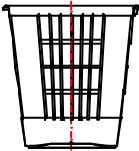
Para todos os projetos examinados, no sistema de refrigeração foram usados diâmetros de 8 milímetros. Segundo o projetista, a água é responsável pela transferência de calor levando-se em conta a velocidade com que a água passa pelo molde. Quanto maior for a velocidade da água, maior será a sua eficiência. O número elevado de máquinas injetoras operando simultaneamente faz com que se exija um grande volume de água para refrigerar toda a produção, e quanto maior o furo do canal de refrigeração maior a quantidade de água que será usada. Isto seria outro motivo que leva a construção do canal com diâmetro de 8 mm.

4. CONCLUSÕES

Conforme a análise realizada, verificou-se que a escolha do sistema de alimentação depende muito da demanda de produção, do acabamento e do custo final do produto. O tipo de sistema de extração também está correlacionado com o acabamento e com o custo do produto. O sistema de refrigeração depende basicamente da geometria do produto. Com base nestes dados apresentar-se-á

a Tabela 03 com as recomendações de projeto, onde por limitação do tamanho do trabalho, serão apresentados alguns resultados, onde em Dias e Cambruzzi ⁽⁵⁾, pode-se encontrar todas as considerações.

Tabela 03- Recomendações de Projeto

Forma do produto	Sistema de alimentação	Sistema de extração
	• Entrada em leque	• Placa
	• Ponto de injeção deve ser menor que a espessura do produto	• Pino cilíndrico
	• Pode ter um ou mais pontos de injeção	• Palhetas
	• Injeção direta	• Placa
	• Bico quente	• Pino cilíndrico
		• Palhetas
	• Injeção direta	• Placa
	• Entradas Múltiplas	• Pino cilíndrico
	• Submarina	
	• Submarina	• Conjunto: Por Placa, bucha e pino
	• Injeção direta	
	• Capilar	
	• Câmara quente	
	• Submarina	• Conjunto: Por placa, pino, mola e engrenagem a motor ou cremalheira hidráulica, cremalheira pneumática ou mecânica.
	• Câmara quente	
	• Injeção direta	• Conjunto: Válvula de ar, por placas ou por pinos.
	• Bico quente	

5. AGRADECIMENTOS

Aos especialistas que participaram da pesquisa e ao Instituto Superior TUPY.

6. REFERÊNCIAS

1. MaxiQuim Assessoria de Mercado. **Radiografia Nacional - Indústria de Moldes e Ferramentas para a Transformação de Plásticos**. Relatório. São Paulo, 2000.
2. SACHELLI, C.M.; OGLIARI, A.; AHRENS, C.H.; SILVA, D. T.; TEXEIRA, J. A.; **Caracterização do Modelo de Gerenciamento e de Desenvolvimento de Moldes em Ferramentarias do Pólo Industrial de Joinville-SC**. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, III, Belém do Pará. Anais.... Belém do Pará, 2004.
3. GASTROW, H. **Injection Molds: 108 Proven Designs**. Hanser: Munich, 1993.

4. TONOLLI, E. J. Jr. **Ambiente Colaborativo para o Apoio ao Desenvolvimento de Moldes para Injeção de Plásticos**. 2003. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Unidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
5. DIAS, K. P.; CAMBRUZZI, J. **Análise de Projeto de Moldes de Injeção de Duas Placas**. 2004. 91f. Trabalho de conclusão de curso.(Tecnologia em Mecânica). Instituto Superior Tupy, Joinville, 2003.

TWO PLATE INJECTION MOLD PROJECT ANALYSES

Jacson Cambuzzi

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
cambuzzi@netvision.com.br

Kelly Patricia Dias

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
kellypatriciadias@ibest.com.br

Carlos Maurício Sacchelli

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
sacchelli@sociesc.com.br

Marzely Gorges Farias

Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior TUPY
Albano Schmidt, 3333 - Joinville- SC
marzely@sociesc.com.br

Abstract: *Plastic materials have had their consumption increased over the last years. New technologies have been created to assist in the main process of transformation of plastic parts, mainly the molding for injection. In this process, the injection mold is one of the main parts in the cycle of development of injected plastic products. However, the process of project of the mold is still carried out in an empirical way, based the experience of its designer. The accomplishment of studies to promote improvements in the project process is necessary to make it economically faster, safer and more viable. In this context, the present work has as main objective to analyze the two plate injection mold and to search, which is the principle of solution used for the mold maker in this conception, in order to in the future make a database that can facilitate the projects of new products.*

Keywords: *Injection Mold, Injection Mold Project.*