



Faculdade de Pindamonhangaba



Acir Fernandes Paes Filho
Leandro Ribeiro Souza
Marco Antonio Santos Arthur

INJEÇÃO DE PRODUTO BI-COMPONENTE

Pindamonhangaba – SP

2015



Faculdade de Pindamonhangaba



Acir Fernandes Paes Filho
Leandro Ribeiro Souza
Marco Antonio Santos Arthur

INJEÇÃO DE PRODUTO BI - COMPONENTE

Informe Científico apresentado como parte de requisitos para a obtenção do Diploma de Bacharel pelo Curso de Engenharia de Produção da FUNVIC - FAPI.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Augusto Kelly.

Pindamonhangaba – SP

2015

Arthur, Marco Antonio Santos; Filho, Acir Fernandes Paes; Souza, Leandro Ribeiro.

Injeção de produto bi-componente / Marco Antonio Santos Arthur; Acir Fernandes Paes Filho; Leandro Ribeiro Souza / Pindamonhangaba-SP : FUNVIC Faculdade de Pindamonhangaba, 2015.
30f. : il.

Informe Científico (Graduação em Engenharia de Produção) FUNVIC-SP.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Augusto Kelly.

1 Produtividade. 2 Rentabilidade. 3 Molde. 4 Minimização. 5 Custo-benefício. I Injeção de produto bi-componentes. II Marco Antonio Santos Arthur; Acir Fernandes Paes Filho; Leandro Ribeiro Souza.



Faculdade de Pindamonhangaba



ACIR FERNANDES PAES FILHO
LEANDRO RIBEIRO SOUZA
MARCO ANTONIO SANTOS ARTHUR

INJEÇÃO DE PRODUTO BI-COMPONENTE

Informe Científico apresentado como parte de requisitos para a obtenção do Diploma de Bacharel pelo Curso de Engenharia de Produção da FUNVIC – FAPI.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura _____

Prof. _____ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura _____

Prof. _____ Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura _____

Dedicamos este trabalho a todos os nossos familiares, que nos ajudaram direta ou indiretamente em nossa caminhada.

Aos colegas de classe e professores pela transmissão de conhecimentos no cotidiano em sala de aula.

AGRADECIMENTOS

À FUNVIC - FAPI pela concessão do espaço da biblioteca para as pesquisas bibliográficas via livros e *internet* para reuniões em grupos.

Ao Professor Doutor João Bosco Gonçalves, pela maneira com que iniciou a orientação do nosso trabalho.

Ao nosso Orientador e Doutor Claudio Augusto Kelly, pela maneira com que conduziu nossa orientação e a sua prontidão de sempre nos dar a atenção devida para conclusão do trabalho.

À empresa que nos abriu as portas para execução do trabalho e nos forneceu todo o suporte necessário para conclusão do mesmo.

A todos os amigos que pacientemente nos ajudaram a suportar os tradicionais percalços dessa longa jornada.

A todos vocês que, de algum modo, fazem parte das nossas vidas acadêmica. Muito obrigado! O mérito esta sendo de todos.

Eu não vou me contentar com nada menos que o melhor.

Genichi Kawakami

RESUMO

Em diversos pontos da indústria o plástico vem se destacando, alcançando um papel fundamental na sociedade, visto que essa é um material que está em grande ascensão. Apresentando diversas finalidades, tais como produção de embalagens, utensílios domésticos, peças automotivas, entre outros. O presente trabalho apresenta uma breve análise sobre o processo do seguimento escolhido e suas particularidade referentes aos métodos de produção: tradicional e simultâneo. O objetivo é comparar ambos os métodos em que o produto alvo de estudo é processado pelo método tradicional, e analisar a possibilidade da alteração para o método simultâneo. Os principais fatores que norteiam esta mudança são o investimento inicial necessário para a alteração e o custo de produção. Para o desenvolvimento deste trabalho houve a coleta de dados, obtido através de visitas a uma empresa que utiliza do processo de injeção plástica para fabricação de equipamentos esportivos. Com isso foi possível realizar uma análise levando em consideração parâmetros como: utilização de tecnologia, otimização do tempo e automatização, aumento da produtividade e menor influência do operador no processo. Como resultado, observou-se que é viável a alteração do método atual de produção do produto analisado para o método simultâneo, devido ao seu custo benefício em todas as escalas do processo produtivo ser positivo.

Palavras-chave: Métodos. Produtividade. Análise. Comparar. Custo benefício.

ABSTRACT

In several points the plastic industry has been increasing, reaching a key role in society, since this is a material that is in great rise. Featuring a variety of purposes such as the production of packaging, household appliances, automotive parts, among others. This paper presents a brief analysis of the process of follow-up chosen and their particularity relating to production methods: traditional and simultaneously. The goal is to compare both methods in the study of target product is processed by the traditional method, and examine the possibility of change to the simultaneous method. The main factors that drive this change are the initial investment required for the change and the cost of production. For the development of this work was to collect data, obtained through visits to a company that uses the injection molding process for the manufacture of sports equipment. It was then possible to perform an analysis taking into account parameters such as: use of technology, time optimization and automation, increased productivity and less operator influence in the process. As a result, it was found that it is feasible to change the current method of production of the product analyzed for the simultaneous method due to its cost benefit at all scales of production process be positive.

Keywords: Methods. Productivity. Analysis. Compare. Cost benefit.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Classificação dos polímeros..... | 14 |
| Figura 2 – Máquina de injeção para termoplásticos..... | 16 |
| Figura 3 – Equipamento com duas unidades de injeção frontais..... | 16 |
| Figura 4 – Equipamento com duas unidades de injeção, sendo uma frontal e uma lateral..... | 17 |
| Figura 5 – Exemplo de molde de injeção..... | 18 |
| Figura 6 – Fluxograma do método 5W2H..... | 20 |
| Figura 7 – Formula pay-back simples..... | 20 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Cronograma do projeto..... | 12 |
| Tabela 2 – Custo da tela do protetor de mão - método tradicional..... | 21 |
| Tabela 3 – Custo total do protetor de mão..... | 22 |
| Tabela 4 – Custo do protetor de mão – método simultâneo..... | 22 |
| Tabela 5 – Comparação do custo de produção dos métodos..... | 23 |
| Tabela 6 – Custo do novo molde..... | 23 |
| Tabela 7 – Otimização do tempo, produção diária..... | 24 |
| Tabela 8 – Otimização do tempo, produção mensal..... | 24 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. METODOLOGIA..... | 11 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 13 |
| 3.1 Materiais plásticos..... | 13 |
| 3.1.1 BREVE HISTÓRICO..... | 13 |
| 3.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS..... | 14 |
| 3.1.3 APLICAÇÃO DOS POLÍMEROS..... | 15 |
| 3.2 Máquinas injetoras..... | 15 |
| 3.2.1 BREVE HISTÓRICO..... | 15 |
| 3.2.2 PINCIPIO DE FUNCIONAMENTO..... | 15 |
| 3.2.3 PROCESSO DE MOLDAGEM..... | 16 |
| 3.2.4 MOLDES DE INJEÇÃO PLÁSTICA..... | 17 |
| 3.2.5 MÉTODOS DE INJEÇÃO PLÁSTICA..... | 18 |
| 3.3 Software Cimatron..... | 19 |
| 3.4 Try - out..... | 19 |
| 3.5 5W2H..... | 19 |
| 3.6 Pay - back..... | 20 |
| 4. RESULTADOS | 21 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 25 |
| REFERÊNCIAS..... | 27 |

1 INTRODUÇÃO

Em diversos pontos da indústria o plástico vem se destacando, alcançando um papel fundamental na sociedade. Os plásticos estão sendo usados em diversos segmentos como: produção de embalagens, utensílios domésticos, no segmento automotivo, entre outros.

O presente trabalho aborda um tema que hoje está em destaque: Moldagem por injeção plástica e a construção de moldes para a indústria de materiais plásticos. As injeções plásticas se diversificam de acordo com a necessidade do produto, no mercado atual estes produtos são cada vez mais sofisticados, exigindo da indústria adequação e inovação em seu processo. Dentre os produtos mais demandados pelo mercado atualmente estão os que se utilizam do processo de injeção de bi - componentes, ou seja, são introduzidos dois componentes de cores diferentes, texturas diferentes em um mesmo produto.

O processo de injeção plástica divide-se em dois métodos, o tradicional que utiliza de duas etapas e dois moldes. Primeiro é realizado a etapa de injeção de um componente e em seguida a injeção do segundo componente, sendo realizado de maneira separada e com grande influência do operador no processo. O outro método é a injeção simultânea dos dois componentes, utilizando - se apenas de um molde e dois bicos injetores, trazendo para a empresa maior desempenho em relação à produtividade e automatização do processo.

Ainda hoje este método que se mostra mais atrativo para as empresas não é utilizado em todos os produtos que utilizam a injeção de multicomponentes, este método que esta em grande desenvolvimento na Europa, ainda esta em difusão no Brasil. Os pontos mais importantes para a utilização do método simultâneo estão relacionados com as máquinas injetoras e os moldes. As injetoras devem possuir dois canhões de injeção ou mais, dependendo da quantidade de componentes que serão injetados ao mesmo tempo. Já os moldes, são mais complexos e apresenta maior sofisticação em sua fabricação, o seu projeto deve ser realizado utilizando *softwares* de desenhos 3D e sua fabricação é realizada em máquinas de usinagem CNC.

A justificativa deste informe científico é analisar o processo de produção de um produto bi - componente para verificar as diferenças e similaridades nos seus métodos de produção. É desejável obter parâmetros de comparação entre ambos os métodos e desenvolver aspectos que possibilite a substituição do método tradicional pelo método simultâneo. Logo, ao estabelecer dados de comparação, sabendo do valor agregado que o método simultâneo garante ao produto e as vantagens que ele apresenta as empresas, busca-se entender porque alguns produtos ainda são produzidos com o método tradicional, além de diagnosticar quais

são as implicações para a alteração do método de produção de um produto, verificar se é possível viabilizar a mudança de método em determinado produto a fim de reduzir custo de produção, aumentar a produtividade e agregar mais tecnologia ao processo.

2 METODOLOGIA

Prondanov e Freitas (2013), caracterizam informe científico como: relato escrito que divulga os resultados parciais ou totais de pesquisa, é o mais breve dos trabalhos científicos, pois se restringe à descrição dos resultados alcançados pela pesquisa ou os primeiros resultados de uma investigação em curso. Deve estar redigido de maneira que possibilite a comprovação dos procedimentos, das técnicas e dos resultados obtidos, ou seja, para que a experiência realizada possa ser repetida pelo principiante que se interesse pela investigação. Com este trecho do livro ficou claro que o nosso propósito consistia na finalidade de um informe científico, detalhando ao máximo as pesquisas e o passo a passo para a obtenção dos resultados da experiência realizada em campo.

Mesmo com a carência de publicações de artigos e literaturas específicos sobre os assuntos relacionados, o início foi possível graças ao livro “Moldes de Injeção de Termoplástico, Projetos e Princípios Básicos”, de Harada (2004), e do livro “Moldes de Injeção”, de Cruz (2002), do conteúdo encontrado no portal, “www.moldesinjecaoplasticos.com.br” e com artigos encontrados em revistas como a “Revista Ferramental” através de suas publicações mensais e visualizadas em portais eletrônicos.

Para tanto, foram realizadas nove visitas periódicas a uma empresa de injeção plástica voltada à fabricação de equipamentos esportivos, a fim de associar as informações encontradas nas literaturas e artigos publicados com as informações detectadas em campo.

As visitas iniciais proporcionaram o conhecimento da funcionalidade da empresa em todos seus setores e o entendimento de todo o processo de injeção plástica, suas principais características, as particularidades dos métodos de produção e seus principais pontos críticos. De posse das informações obtidas nas primeiras visitas, às seguintes foram para definir os principais pontos do trabalho, a escolha do produto a ser estudado, a coleta dos dados do custo de produção desde produto, utilizando o método tradicional e o método simultâneo, além é claro das informações necessárias do investimento inicial para desenvolvimento e construção de um novo molde.

| FASES | set/14 | out/14 | nov/14 | jan/15 | mar/15 | abr/15 | jun/15 | set/15 | out/15 | nov/15 | dez/15 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Entrega do projeto | | | ■ | | | | | | | | |
| Apresentação da viabilidade do projeto para a empresa | | | | ■ | | | | | | | |
| Acompanhamento do desenho do molde em 3D | | | | | ■ | | | | | | |
| Simulação do molde utilizando o software Cimatron | | | | | | ■ | | | | | |
| Acompanhamento da confecção de um novo molde | | | | | | | ■ | | | | |
| Acompanhamento da realização de Try – Out | | | | | | | | ■ | | | |
| Elaboração do TCC | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Entrega e Apresentação do TCC | | | | | | | | | | | ■ |

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Materiais Plásticos

Os plásticos são divididos em dois grupos, de acordo com as suas características de fusão ou derretimento, que são eles:

Termoplásticos, os quais fundem ao serem aquecidos, podendo ser moldados e quando resfriados ficam sólidos e tomam uma forma, correspondem a 80% dos plásticos consumidos, por exemplo: polietileno, poliamida e polipropileno.

Termorrígidos ou termofixos são polímeros que não fundem, por exemplo, poliéster, fenol - formaldeído e poliuretano rígido.

3.1.1 BREVE HISTÓRICO

De acordo com Da Silva (2010), na metade do século XIX, o marfim era usado também para fabricar bolas de bilhar. A popularização desse jogo na Europa e nos Estados

Unidos sofreu um abalo quando o preço do marfim subiu vertiginosamente. Por isso uma fábrica norte-americana de bolas de bilhar prometeu um bom prêmio a quem descobrisse um substituto para o marfim.

O termo “plástico” é usado para definir todo material constituído por resinas sintéticas que tem, por sua vez, a sua matéria-prima de origem natural, como o álcool, o gás natural, o carvão, e principalmente o petróleo, pois todas são ricas em carbono, o átomo principal que constitui os materiais poliméricos. A palavra plástico vem do grego *plastikós*, que, em latim, originou o adjetivo *plasticus*, que define a propriedade de um material de adquirir diversas formas, devido a uma ação exterior.

3.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS

Um polímero é uma substância macromolecular constituída por unidades estruturais repetitivas, unidas entre si por ligações covalentes. Frequentemente as ligações conduzem a uma cadeia linear, com ou sem ramificações, em outros casos, as cadeias ligadas entre si formam estruturas tridimensionais, na maioria das vezes o número dessas unidades repetitivas atinge os milhares. Dada esta diversidade de estruturas que as macromoléculas podem ter, a classificação dos polímeros em grupos não é simples, no entanto, uma classificação muito utilizada é a apresentada na Figura 1.

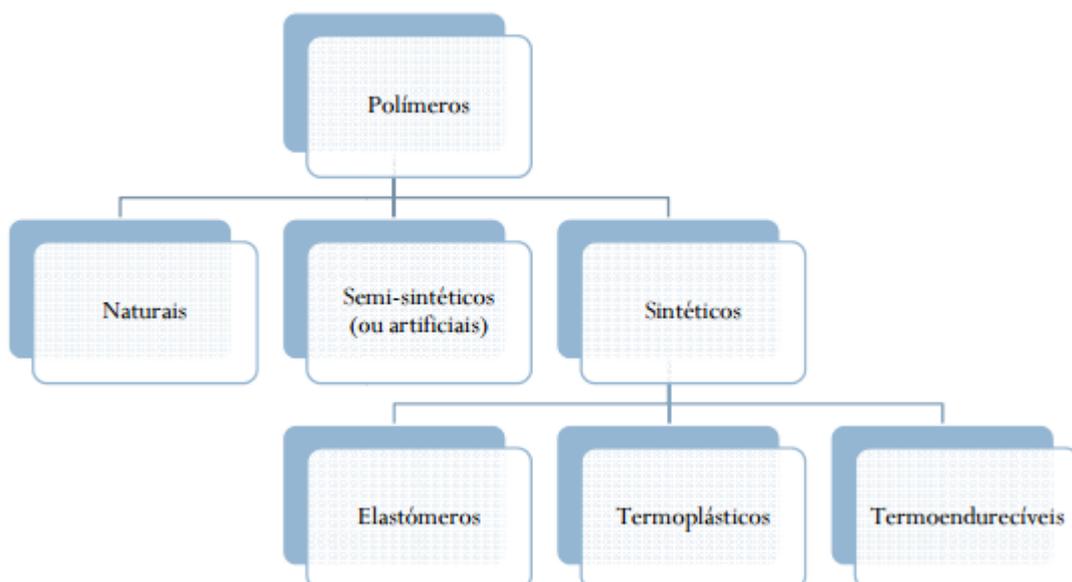


Figura 1 – Classificação dos polímeros

Fonte: Adaptada de Da Silva (2010)

3.1.3 APLICAÇÕES DOS POLÍMEROS

As aplicações são as mais diversas, fazendo parte do nosso cotidiano. Alguns tipos e aplicações são:

Kevlar: Roupas anti-chamas;

Nylon: Fibras, roupas, produtos plásticos;

Policloropreno: Adesivos, freios, gaxetas;

Poliéster: Embalagens, filmes, roupas;

Poliétileno: Embalagens, utensílios domésticos;

Polisopreno: Borrachas;

PVC: Tubos e conexões;

SBR: Pneus, calçados, adesivos.

3.2 Máquinas Injetoras

3.2.1 BREVE HISTÓRICO

As Máquinas Injetoras para plásticos foram derivadas da moldagem de metais (fundição em moldes). A primeira patente para moldagem por injeção foi concedida nos Estados Unidos, em 1872, a John e Isiah Hyatt que a usaram para moldar um tipo de plástico, nomeado celulóide. Em 1878, John Hyatt fez uso do primeiro molde de múltiplas cavidades. Em 1920, na Alemanha iniciou-se a moldagem por injeção de termoplásticos. Um grande desenvolvimento ocorreu em 1951, quando William H. Willert (United States) desenvolveu a rosca recíproca para máquinas de moldagem por injeção.

3.2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO

A Figura 2 apresenta uma máquina injetora que consiste basicamente em rosca recíproca, que se destina a homogeneizar e injetar o polímero fundido e é acionada por sistemas mecânicos, hidráulicos, pneumáticos ou elétricos; o canhão, em que se encontra internamente a rosca recíproca; mantas elétricas que aquecem o canhão e transmitem calor ao polímero; o molde, que dá forma à massa polimérica; e, ainda, as partes responsáveis pela ejeção da peça (Leães, 2008).

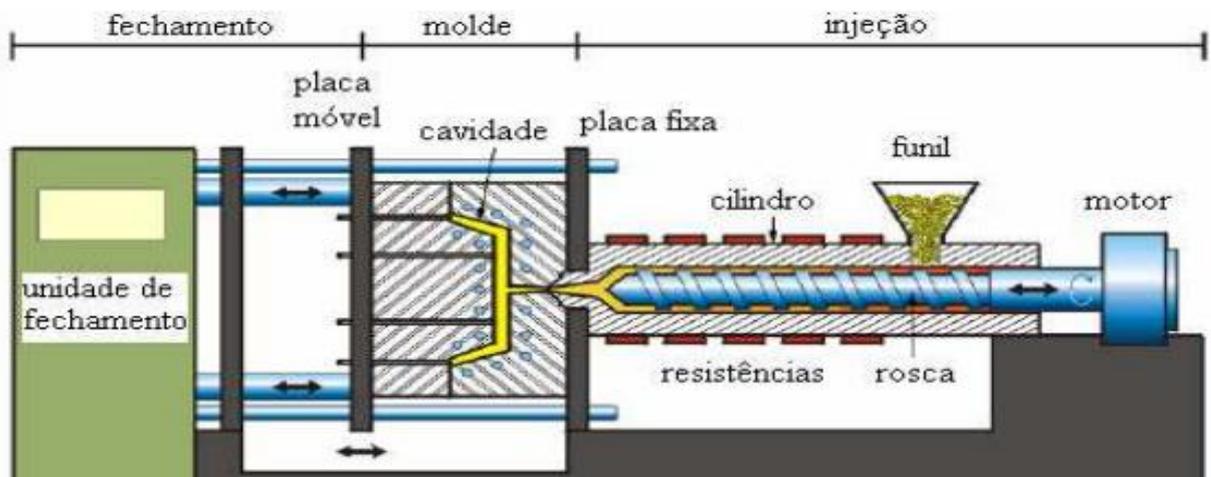


Figura 2 - Máquina de injeção para termoplásticos

Fonte: Adaptada de Leães (2008)

3.2.3 PROCESSO DE MOLDAGEM

O processo de moldagem por injeção é definida e consiste essencialmente no amolecimento do material num cilindro aquecido, seguida da injeção em alta pressão para o interior de um molde relativamente frio, onde endurece e toma a forma do molde. O artigo moldado é então expulso do molde por meio de pinos ejetores, ar comprimido, prato de arranque, entre outros equipamentos auxiliares. Em complemento aos equipamentos normais de uma unidade de injeção, dispõe-se atualmente de modelos com duas unidades de injeção, podendo apresentar as variações de alimentação frontal, Figura 3 e frontal e lateral, Figura 4.

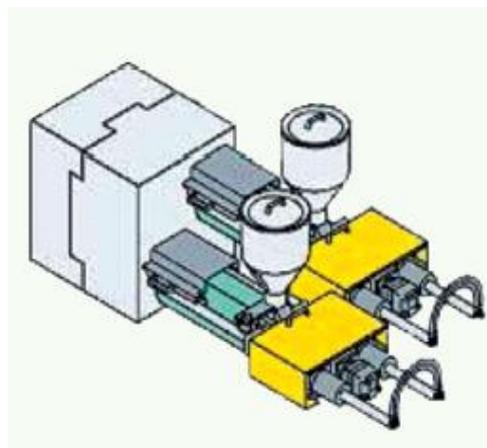


Figura 3 - Equipamento com duas unidades de injeção frontais

Fonte: www.moldesdeinjecaoplasticos.com.br

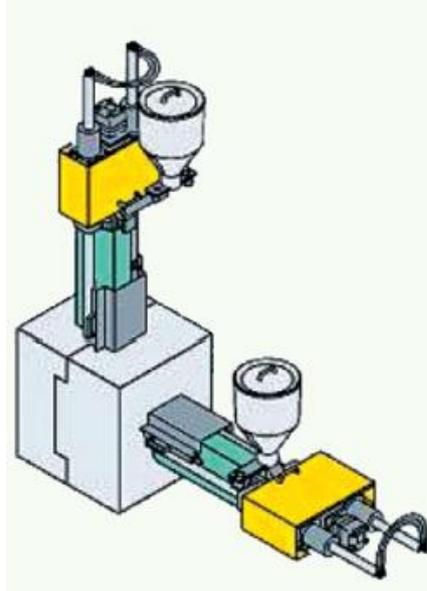


Figura 4 - Equipamento com duas unidades de injeção, sendo uma frontal e uma lateral

Fonte: www.moldesdeinjecaoplasticos.com.br

3.2.4 MOLDES DE INJEÇÃO PLÁSTICA

De acordo com Harada (2004), o molde de injeção é uma unidade complexa, com condição de produzir peças moldadas. Suas cavidades possuem as formas e as dimensões da peça desejada. O molde é adaptado ao final da máquina injetora e recebe, em sua cavidade, o material plástico fundido introduzido por meio de pressão. Com esse trecho extraído do livro é possível visualizar que sua escrita foi feita de maneira simples e objetiva, para facilitar o entendimento de pessoas leigas e também por profissionais qualificados da área em questão.

Cruz (2002), afirma que os moldes por serem gavetas tipo cavidades, geralmente são confeccionados com material próprio da cavidade como aços com um alto teor de dureza. Através de informações como estas citadas à cima, foi possível enriquecer o trabalho e visualizar com exatidão através das visitas realizadas a empresa todas estas informações.

O bom desempenho do molde é um pré – requisito para a produção de produtos moldados de boa qualidade. Existem variáveis que podem influenciar o desempenho do molde, seguem algumas delas: número de cavidades do molde; peso do material para cada injeção; força de fechamento e abertura do molde; alimentação; resfriamento; aquecimento e contração do plástico.

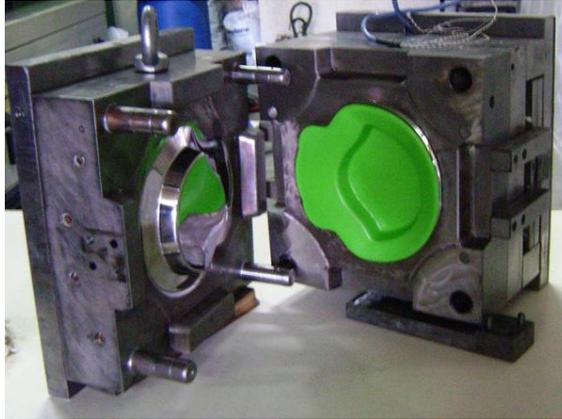


Figura 5 – Exemplo de molde de injeção

Fonte: Adaptada de Cruz (2002)

3.2.5 MÉTODOS DE INJEÇÃO PLÁSTICA

Os plásticos são moldados com ferramentas adequadas nas condições a quente e a frio, podendo variar de acordo a algumas particularidades ou exigências do produto final. O item fundamental neste processo é o molde e propriamente dita a máquina injetora, que com apenas um bico injetor trabalha no método tradicional, já com a tecnologia de dois bicos injetores consegue trabalhar no método simultâneo.

O método tradicional é qual a injeção dos componentes é realizada por partes, que possuem para cada etapa do processo um molde. Sendo necessário para uma injeção, por exemplo, de dois componentes em um mesmo produto, de dois moldes e duas etapas de processo qual são realizadas separadamente.

Segundo Brasileiro (2014), as empresas fabricantes de equipamento têm difundido o conhecimento tecnológico neste sentido, entretanto, ainda são poucas as ferramentarias no Brasil com experiência no projeto e na construção deste tipo de ferramenta (molde) para o método simultâneo de injeção. Portanto o método mais utilizado atualmente no Brasil para o processo de injeção plástica ainda é o método tradicional, pelo fato das empresas não terem o conhecimento e experiência suficiente para difundir as ferramentas necessárias para aplicação do método simultâneo de injeção.

No método simultâneo a injeção dos componentes é realizada simultaneamente, ou seja, é necessária apenas uma etapa de processo para fabricação de um produto com dois ou mais componentes. A sua grande complexidade esta na construção do molde para a injeção de componentes diferentes.

De acordo com Brasileiro (2014), a evolução dos sistemas de canais quentes nos moldes tem permitido a produção de peças complexas e de alto valor agregado. O projeto consistente do molde para injeção de produtos bi - componentes e multicomponentes é a chave para o sucesso do processo e as limitações de aplicação deste método esta relacionada à geometria das peças, a qualidade do molde e os cuidados no processo, a escolha da matéria prima também é de fundamental importância quando se deseja a adesão entre os componentes. Este método traz para o processo produtivo uma redução de custo e uma aplicação de tecnologia considerável, que possibilita a empresa uma maior produtividade em seu processo, automatização de parte dele e uma otimização de tempo significativa.

3.3 Software Cimatron

Projetado para atender os desafios enfrentados pelos fabricantes de Moldes, oferece uma solução integrada e associativa, equipada com recursos dedicados ao projeto de Moldes e Ferramentas. Com 30 anos de experiência na fabricação de ferramentas, ele oferece o melhor uso das competências e recursos da sua máquina/ferramentas para obter melhores resultados de qualidade dentro do menor tempo possível.

Proporciona uma solução otimizada em seu processo de oferta, projeto e fabricação, resultados obtidos são tempos e valores reais garantido assim a certeza do aumento de sua lucratividade.

3.4 Try-out

O *Try-out* é a primeira injetada do molde. Verifica-se se está de acordo com desenho (projeto) assim como a parte visual e funcional da peça, coletando todos os dados para efeito de comparação. Se aprovado está pronto para rodar normalmente, mas se reprovado são feitos os ajustes necessários e novamente um *Try-out* até se atingir a qualidade necessária.

3.5 5W2H

Uma ferramenta da qualidade que é definida por Arnaut (2012), como uma metodologia para a elaboração de planos de ação, sendo uma ferramenta que tem como objetivo eliminar ruídos na comunicação e gerar melhor qualidade na execução de tarefas.

Basicamente um *check-list* de determinadas atividades que precisam ser desenvolvidas pelos integrantes, eliminando por completo qualquer dúvida que possa surgir sobre um processo ou sua atividade.

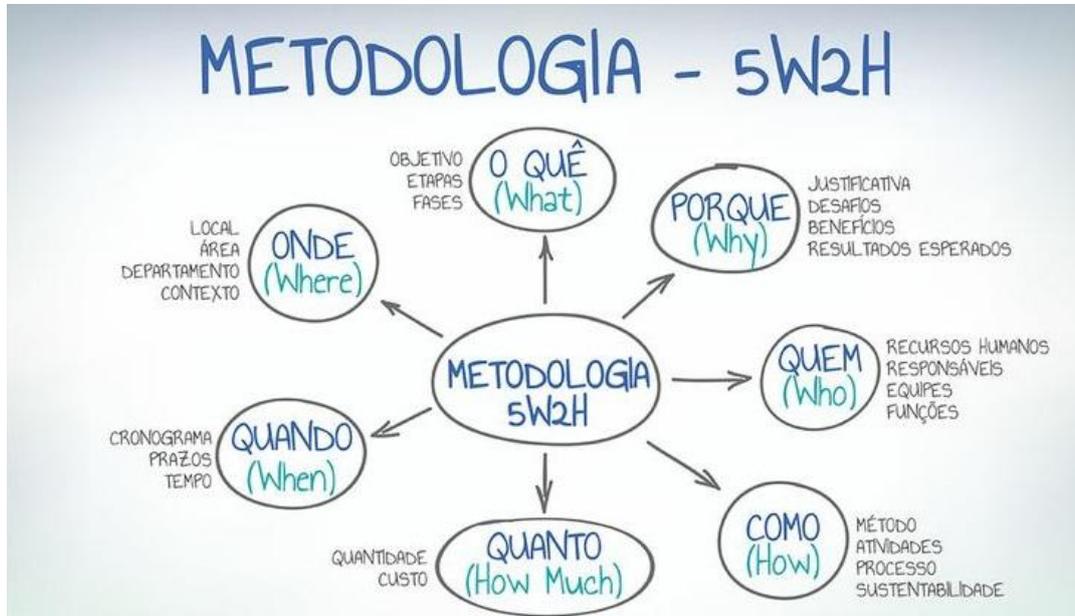


Figura 6 – Fluxograma do método 5W2H

Fonte: www.carreirarte.blogspot.com.br

3.6 Método pay-back

Segundo Escobar (2015), é o método mais simples de calcular o retorno de investimento. O *pay-back* representa o período de tempo necessário para que os benefícios do projeto compensem integralmente o investimento realizado, mas por não considerar o custo de oportunidade do capital, não é adequado para todos os projetos.

É uma ferramenta de fácil compreensão, aumenta a segurança nos negócios, adequada à avaliação de projetos de risco elevado, dando o resultado claro e objetivo da viabilidade.

Formula do Payback Simples

$$\text{PayBack} = \frac{\text{Investimento Inicial}}{\text{Ganho no Período}}$$

Figura 7 – Fórmula pay-back simples

Fonte: Adaptada de Escobar (2015)

4 RESULTADOS

O produto escolhido para análise foi o PROTETOR PARA AS MÃOS P. VMC, produto que está consolidado no mercado há cerca de três anos e têm a sua produção média ao longo deste tempo de cinco mil unidades/mês.

A determinação da redução de custo do processo e do valor agregado que o produto adquire ao utilizar o método de injeção simultânea está associada à complexidade de construção que o novo molde deve apresentar. É de conhecimento que para a realização da mudança do método tradicional para o método de injeção simultânea é necessário à alteração da injetora plástica, que deve conter dois bicos injetores para a injeção de dois componentes simultâneos, mas este não é o grande problema, pois no mercado existem diversas injetoras com dois bicos injetores e as grandes empresas como esta que visitamos possuem ambas as injetoras, tanto as que possuem apenas um bico injetor e as que possuem dois bicos injetores, sendo assim, a grande dificuldade em realizar a mudança do método está mesmo na construção e desenvolvimento do novo molde. São necessários moldes de maior complexidade e que se utilizam no seu desenvolvimento de tecnologias mais avançadas, no caso, softwares de desenhos técnicos e na sua construção, de máquinas CNC.

A princípio estão os dados relacionados ao custo do método tradicional do produto denominado PROTETOR PARA AS MÃOS P.4 VMC, no qual é realizada a injeção em duas etapas onde são produzidas duas unidades do produto, protetor para mãos lado direito e protetor para mãos lado esquerdo, segue descrição dos custos nas Tabelas 2 e 3:

Tabela 2 – Custo da tela do protetor de mão – método tradicional

| TELA PROT MAO P.4 VMC | | | |
|------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| MÉTODO TRADICIONAL | | | |
| DESCRIÇÃO | UNID. | QTDE TOTAL | CUSTO (R\$) |
| HORA MAQUINA | HR | 0,0097 | 0,8630 |
| OPERADOR INJETOR MO | HR | 0,0097 | 0,1013 |
| ADITIVO NYLON E PP SL | KG | 0,0030 | 0,0648 |
| PIG NYLON VE | KG | 0,0050 | 0,1064 |
| NYLON ZYTEL AST | KG | 0,0875 | 1,2206 |
| TOTAL | PC | 1 | 2,3561 |

Tabela 3 – Custo total do protetor de mão

| PROT MÃO P.4 FE PT/VMC | | | |
|-------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| MÉTODO TRADICIONAL | | | |
| DESCRIÇÃO | UNID. | QTDE TOTAL | CUSTO (R\$) |
| TELA PROT MAO P.4 VMC | PC | 1 | 2,3561 |
| HORA MAQUINA | HR | 0,0181 | 1,6290 |
| OPERADOR MOM | HR | 0,0181 | 0,1892 |
| OPERADOR INJETOR MO | HR | 0,0181 | 0,1892 |
| ADITIVO NYLON E PP SL | KG | 0,0103 | 0,2225 |
| PIG NYLON PA PR | KG | 0,0205 | 0,3854 |
| NYLON ZYTEL AST | KG | 0,3035 | 4,2338 |
| TOTAL | PC | 1 | 9,2052 |

Como o processo tradicional tem duas etapas, o seu custo é obtido com a somatória dos custos dos dois processos de acordo com a tabela acima, totalizando então um custo de R\$ 9,2052.

Na Tabela 4, temos os dados estimados com relação ao novo processo, o seu custo referente ao processo produtivo.

Tabela 4 – Custo do protetor de mão – método simultâneo

| PROT MÃO P.4 FE PT/VMC | | | |
|-------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| MÉTODO SIMULTÂNEO | | | |
| DESCRIÇÃO | UNID. | QTDE TOTAL | CUSTO (R\$) |
| HORA MAQUINA | HR | 0,0181 | 1,6290 |
| OPERADOR MOM | HR | 0,0181 | 0,1892 |
| ADITIVO NYLON E PP SL | KG | 0,0133 | 0,2873 |
| PIG NYLON PA PR | KG | 0,0205 | 0,3854 |
| PIG NYLON VE | KG | 0,005 | 0,1064 |
| NYLON ZYTEL AST | KG | 0,391 | 5,4544 |
| TOTAL | PC | 1 | 8,0517 |

Com o método simultâneo, o custo está estimado em R\$ 8,0517, que equivale a uma redução no custo do processo por peça produzida de 12,53%. Na Tabela 5, seguem os dados de comparação entre os métodos com os custos anuais dos processos, levando em consideração a produção mensal.

Tabela 5 – Comparação do custo de produção dos métodos

| DESCRIÇÃO | MÉTODO TRADICIONAL | MÉTODO SIMULTÂNEO |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| CUSTO POR PEÇA | R\$ 9,2052 | R\$ 8,0517 |
| PRODUÇÃO PEÇAS/ MÊS | 5000 uni. | 5000 uni. |
| CUSTO OPERACIONAL / ANO | R\$ 552.312,00 | R\$ 483.102,00 |
| INVESTIMENTO | R\$ 0,00 | R\$ 71.000,00 |

Para realização do cálculo de retorno de investimento utilizando o método *pay-back*, deve-se ter o valor do investimento, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Custo do novo molde

| INVESTIMENTO NOVO MOLDE | |
|--------------------------------|-------------------|
| DESCRIÇÃO | CUSTO(R\$) |
| CÂMARA QUENTE | 38.000,00 |
| AÇO MOLDE | 8.000,00 |
| DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO | 22.500,00 |
| COMPONENTES | 2.500,00 |
| TOTAL | 71.000,00 |

O outro valor que deve ser conhecido é o retorno proporcionado por este investimento em um período de tempo determinado. Sendo este valor obtido calculando a diferença entre o custo operacional / ano do método simultâneo e tradicional, que é de R\$ 69.210,00.

$$\text{MÉTODO PAY- BACK} = \left(\frac{\text{R\$ } 71.000,00}{\text{R\$ } 69.210,00} \right) = 1,026 \text{ anos}$$

Ao realizar a análise do retorno de investimento através do método *pay-back*, verificou-se que o custo do investimento é pago em pouco mais de um ano, ou seja, durante um ano a empresa não estará tendo retorno lucrativo com a alteração do método de produção deste produto, pois, é necessário a confecção de um novo molde para a alteração, e este investimento deve ser recompensado pelos benefícios que o projeto proporciona ao longo do tempo, entretanto, a partir deste um ano, a empresa começa a obter o seu lucro com a implantação do novo método.

Ao analisar o tempo, que em todo seguimento é extremamente importante e valioso também há vantagens no novo processo. O método tradicional para fabricação de um par do

PROTETOR PARA AS MÃOS P.4 VMC leva em torno de 0,0278 horas, que equivale a 1,668 minutos e o método simultâneo gasta 0,0181 horas, que equivale a 1,086 minutos. Para uma comparação mais objetiva e clara, levando em consideração um dia de trabalho com tempo de produção total em média de 6 horas, com o método tradicional produziram aproximadamente 215 pares do produto por dia, com o método simultâneo de produção seriam produzidos aproximadamente 331 pares.

O que nos leva a dizer também que para a produção mensal estimada em cinco mil unidades, o processo tradicional levaria em torno de 23 dias para produzir as cinco mil unidades enquanto o método simultâneo gastaria apenas 15 dias, conforme mostrado nas Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 7 – Otimização do tempo, produção diária

| LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO 6 HORAS DE TRABALHO / DIA | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| PROCESSO | TEMPO DE PROCESSO | PRODUÇÃO EM 1 DIA |
| MÉTODO TRADICIONAL | 1,668 MINUTOS | 215 UNIDADES |
| MÉTODO SIMULTÂNEO | 1,086 MINUTOS | 331 UNIDADES |

Tabela 8 – Otimização do tempo, produção mensal

| LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO 6 HORAS DE TRABALHO / DIA | | |
|--|--------------------------|---|
| PROCESSO | PRODUÇÃO EM 1 DIA | PRODUÇÃO MENSAL (5 MIL UNIDADES / MÊS) |
| MÉTODO TRADICIONAL | 215 UNIDADES | 23 DIAS |
| MÉTODO SIMULTÂNEO | 331 UNIDADES | 15 DIAS |

Outro fator importante que deve ser levado em consideração é que para o método tradicional o operador, na segunda etapa de injeção deve anexar ao molde do produto final o co - produto da primeira etapa do processo, denominado tela. Com a mudança para o método simultâneo este passo do processo será eliminado. O operador terá menos contato com a máquina, se expondo menos ao risco de acidentes durante a execução desta tarefa, mitigando então, qualquer influencia humana no processo de produção do produto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo processo produtivo possui suas particularidades, neste em si que abordamos, varia de produto para produto, ou seja, não é regra para todo produto que a alteração do método garantirá vantagens financeiras e no processo. As vantagens devem ser analisadas minuciosamente, pois dentro de cada empresa há culturas que devem ser observadas para alteração de um método de produção, aquelas velhas frases que acompanham todo o chão de fábrica que dizem, porque mudar se agente sempre fez desta maneira e deu certo, será mesmo que vai dar certo, entre outras. O projeto deve ser muito bem detalhado e explicado a todos que fazem parte do processo, inclusive deve ter a participação de todos com opiniões e sugestões como este foi feito, o trabalho em campo e as informações coletadas diretamente com as pessoas ligadas ao processo são essenciais.

As iniciativas de melhorias devem estar cada vez mais em sintonia com o plano de negócio das empresas, portanto as métricas financeiras são fundamentais para definir prioridades e viabilizar os investimentos necessários para implantação de projetos de melhoria. Portanto a viabilidade do projeto está por transpor as necessidades financeiras da empresa e somente assim ter o aval dado para o seu possível início.

Um bom projeto é aquele em que a diferença entre as entradas (ganhos) e as saídas (desembolsos) de capital seja tal que o projeto se torna viável financeiramente para a empresa. Esta análise financeira positiva garante que o projeto é bom, mas a complexidade e as implicações que uma mudança de processo traz a empresa não podem ser deixadas de lado nesta afirmação, o projeto pode ser bom em números financeiros, mas não ser viável a sua implantação devido a outros fatores que podem ser diversos, como a economia do país no momento, ou questões ligadas a produtos importados e custos logísticos, alteração da qualidade do produto, aumento do seu preço no mercado, entre outros.

O projeto foi possível graças à união de todas as literaturas encontradas para estudo e as visitas realizadas em campo na empresa, as informações recebidas pelas pessoas que compõe a produção e seus superiores foram de suma importância, o conhecimento obtido através do tempo garante ótimas ideias e sugestões que deveriam ser mais utilizadas, há muitas opiniões descartadas logo no seu início, onde um estudo mais aprofundado sobre o tema poderia garantir ganhos significativos às empresas, um vilão para isso ocorrer é o tempo gasto para novos projetos e ideias, com a constante fixação das empresas em produzir mais com menos, os colaboradores acabam ficando sobrecarregados, os seus superiores ainda mais e qualquer projeto que leve algum tempo para ser desenvolvido fica totalmente inviável.

Uma simples mudança no processo pode garantir a fixação das empresas em produzir mais com menos, mas não com menos pessoas, podem produzir mais com menos matéria – prima, com menos tempo, com menos perdas, com menos falhas.

Financeiramente o projeto se mostrou totalmente viável e lucrativo, o seu investimento é considerado médio para o porte da empresa e foi muito bem aceito pelas pessoas que fizeram parte da elaboração do projeto. A grande questão relacionada à alteração do método na maioria das vezes esta relacionada ao medo da mudança, que neste caso, é apenas um receio já que os números e os embasamentos do projeto são muito positivos, mas principalmente ao momento da empresa no cenário econômico do país, ponto mais impactante, pois um projeto só será viável e implantado em uma empresa quando for oportuno a ela e ou quando estiver buscando por inovações. Pela situação econômica do país e o corte de custos para investimento é que este projeto foi arquivado pela empresa qual realizamos os estudos, sendo novamente analisado no próximo semestre para quem sabe uma possível liberação de verba para a produção do novo molde.

Enfim, todos os projetos de melhorias são bem vindos, este trabalho deixou uma janela aberta para possíveis mudanças e estudos em mais produtos. Novas oportunidades podem surgir, todo conhecimento é satisfatório e motivador dentro de uma organização, isso deveria ser mais explorado pelas empresas, o bom clima organizacional tão buscado por elas nos dias de hoje para se produzir mais com menos poderia se difundir ainda mais a partir destas iniciativas.

REFERÊNCIAS

- ARNAUT, Diego. **5W 2H: Garanta uma comunicação em seus planos de ação.** In Web site, São Paulo. 2012. Disponível em <<http://www.miguelando.com/consultoria-online/5w2h>>. Acesso em 12 Out. 2015.
- BRASILEIRO, Paulo de Oliveira. **Processos de Injeção Multicomponentes.** In Revista Ferramental, Paraná. 2009. Disponível em <<http://www.moldesinjeaoplasticos.com.br/multicomponentes.asp>>. Acesso em 24 Set. 2014.
- CRUZ, Sergio. **Moldes de Injeção.** 2. ed. Curitiba: Hemus, 2002.
- DA SILVA, Manuela Clemente. **Plásticos.** In Ebah, Montenegro. 2010. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAejKQAH/plasticos>>. Acesso em 12 Out. 2015.
- ESCOBAR, Jefferson. **Contabilização de ganhos em projetos de melhorias.** In Kaizen Institute, São Paulo. 2015. Disponível em <<http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/contabilizacao-de-ganhos-em-projetos-de-melhorias.html>>. Acesso em 14 Jul. 2015.
- HARADA, Julio. **Moldes de Injeção de Termoplásticos: Projetos e Princípios Básicos.** 1. ed. Curitiba: Artliber, 2004.
- LEÃES, Vinicius Severo. **Avaliação da influência da diferença de temperatura entre as placas de um molde de injeção no empenamento de peças injetadas.** 2008. 171 p. Dissertação de Mestrado – Universidade do estado de Santa Catarina, Joinville, 2008.
- PRONDANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2015.
- REINERT, Adriano Francisco. **Sistema de Câmara Quente.** In Revista Ferramental, Paraná. 2004. Disponível em <<http://www.moldesinjeaoplasticos.com.br/sistemascamarasquentes.asp>>. Acesso em 22 Set. 2014.
- STRUBBE, Silmar. **Vamos fazer um 5W 2H no Brasil, no seu negócio e sua carreira?** In Carreirarte.blogspot, São Paulo. 2015. Disponível em <http://carreirarte.blogspot.com.br/>. Acesso em 12 Out. 2015.
- VIANNA, Mauro. **O Projeto está Atrasado! - Gerenciamento de Projetos: Cronograma.** In Linha de código, São Paulo. 2014. Disponível em <<http://www.linhadecodigo.com.br/artigo/144/o-projeto-esta-atrasado-gerenciamento-de-projetos-cronograma.aspx>>. Acesso em 12 Out. 2014.

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor. Autorizo também a divulgação do arquivo no formato PDF no banco de monografias da Biblioteca institucional. Acir Fernandes Paes Filho; Marco Antonio Santos Arthur. Leandro Ribeiro Souza.
Pindamonhangaba-SP, Dezembro de 2015.