



# CRITÉRIOS PARA A TOMADA DE DECISÃO NA ANÁLISE DE POSTIÇOS EM MOLDES DE INJEÇÃO PLÁSTICA<sup>1</sup>

Carlos Alberto Costa<sup>2</sup>  
Jean Stedile<sup>3</sup>  
Marcos Alexandre Luciano<sup>4</sup>

## Resumo

Pelas facilidades que a globalização vem proporcionando, a importação de moldes de injeção plástica é cada vez mais comum. Um dos fatores de maior peso no uso desses moldes é o seu custo, sendo que os mesmos não são projetados e construídos para agilizar ou facilitar as manutenções caso haja necessidade. Estes aspectos tornam-se potencialmente críticos para empresas prestadoras de serviço na área de injeção. Este trabalho propõe um estudo para a análise de regiões críticas de moldes, em particular postiços. O objetivo é auxiliar a tomada de decisão, para que regiões com potencial de falha sejam ou não substituídas por postiços, permitindo menores danos contratuais as empresas fornecedoras dos serviços de injeção. Foram propostos critérios baseados em modos de falha comuns a moldes de injeção, bem como suas inter-relações, podendo assim, serem mensurados unitariamente ou conjuntamente com critérios qualitativos.

**Palavras-chave:** Postiço; Moldes de injeção; Critérios; Tomada de decisão.

## DECISION MAKING CRITERIA TO SUPPORT INJECTION MOULDING INSERTS SUBSTITUTION

### Abstract

Due to the facilities provided by globalization, plastic injection molds that come from abroad are more common. Normally those molds are designed or built focused on costs rather than their maintenance during their lifetime. This situation becomes potentially critical for companies that provide services in the area of injection molding. This work proposes a study for the analysis of critical regions on injection molds, specifically inserts. The objective is to support the decision making task, to decide if regions with potential failure should be replaced or not with inserts, before the injection molding tool be put on actual production. Criteria's were suggested based on common failure modes on injection molds as well as their correlations, so they can be unitarily or together measured with qualitative criteria.

**Key words:** Inserts; Injection molds; Criteria; Decision making task.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 10º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes, 8 a 10 de agosto de 2012, São Paulo, SP.

<sup>2</sup> Engenheiro de Manufatura, Professor Dr./Pesquisador Área de Engenharia Mecânica – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Processos, Sulbras Moldes e Plásticos Ltda

<sup>4</sup> Engenheiro Mecânico, Professor Dr. /Pesquisador Área de Engenharia Mecânica – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS.



## 1 INTRODUÇÃO

Organizações focadas na execução de atividades lucrativas e que buscam diferencial competitivo optam por delegar as empresas terceirizadas a execução de funções que não façam parte de suas atividades-fim.<sup>(1)</sup> Em determinadas situações a empresa prestadora de serviço fica responsável pela execução do serviço, pela tecnologia empregada e pela gestão de toda atividade contratada,<sup>(2)</sup> ou seja, a organização realiza a compra de um produto necessário a sua cadeia produtiva.

A injeção de peças plásticas, pelo seu alto grau de complexidade, elevada exigência técnica e alto custo vem sendo cada vez mais terceirizada. Nesse caso, é comum a organização contratante fornecer à empresa prestadora do serviço o ferramental necessário, i.e. moldes de injeção. Tais moldes, em sua maioria, são complexos,<sup>(3)</sup> caros e demandam mão de obra especializada para sua confecção e manutenção. Um dos principais produtores de moldes na atualidade é o continente asiático, em especial a China, com cargas tributárias, custos de matéria prima, ferramental e maquinário, além de mão-de-obra mais baratas que no Brasil. As organizações, desta forma, tentam dentro do possível importar tais ferramentas com o intuito de diluir seus custos.<sup>(4)</sup> Contudo, essa ação pode implicar no comprometimento da qualidade destes moldes,<sup>(5)</sup> normalmente gerada pela não participação do desenvolvimento, não podendo influenciar em aspectos de projeto como robustez, repetibilidade e facilidade de manutenção.

O custo de manutenção dos moldes pode ser elevado se na “parceria” para o desenvolvimento do ferramental não forem consideradas características para a racionalização das manutenções. Sistemas de troca rápida de partes do molde, como postigos, podem auxiliar na redução dos tempos e agilizar as manutenções.

A proposta deste trabalho é elaborar um processo que auxilie os profissionais da área de manutenção de moldes a decidir se há necessidade de substituir alguma parte do molde por postigo e quais regiões são mais propícias a recebê-lo. A sistemática proposta aborda inicialmente a identificação dos aspectos relevantes que indiquem a necessidade de substituição de regiões de moldes por postigos; o relacionamento, avaliação e a classificação desses aspectos, de acordo com o seu grau de relevância para o caso de ações de substituição de postigos.

## 2 MOLDES DE INJEÇÃO

O crescente desenvolvimento da indústria de plásticos vem fazendo com que os processos que os transformam sejam pressionados, cada vez mais, a buscar novas tecnologias.<sup>(6)</sup> Novas concepções de fabricação, melhorias de processo e automatização devem garantir produtos mais otimizados, de melhor desempenho e qualidade e baixo custo. Mesmo que as principais partes de um molde sejam as cavidades (que demandam um maior tempo, custo e tecnologia), não é possível que o mesmo seja uma unidade completa sem um conjunto de componentes como placa de fixação inferior; espaçadores ou calços, coluna guia, pinos extratores, placa impulsora, placa suporte, insertos etc.<sup>(5,7)</sup> Muitas vezes os processos convencionais de usinagem das cavidades, como fresamento e eletro-erosão, não são suficientes para a reprodução de alguns detalhes da peça. Nesse caso, conforme Amorim<sup>(7)</sup> esses detalhes podem ser substituídos por postigos. Desta forma, qualquer região das cavidades do molde pode ser substituída por um postigo, tanto para minimizar problemas de usinagem, facilitar a substituição em casos de dano ou obter características físicas específicas. Adicionalmente a geometria da cavidade outros



elementos tornam-se importantes tais como o seu fechamento, a contração do polímero, a influência do ponto de injeção e a pressão gerada na cavidade, ângulo de saída e principalmente as partes móveis do molde, como as gavetas.<sup>(5, 8-11)</sup>

### 3 IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIAIS MODOS DE FALHA E CAUSA

O propósito fundamental do FMEA,<sup>(12)</sup> é auxiliar na identificação, avaliação e tomada de ações para reduzir o risco. Para tanto são considerados alguns conceitos, como por exemplo: efeito do potencial modo de falha como sendo o impacto que este terá no cliente ou no processo; *gravidade como sendo* o impacto dos efeitos sobre os clientes ou processo e, *causa*, como sendo a fonte inicial da falha, e que deve ser tratada diferenciadamente, pois a identificação correta da “causa raiz” permite identificar melhor os possíveis controles e a otimização de planos de ação. Adicionalmente, existem os conceitos de ocorrência, detecção e severidade, que são fatores que priorizam para a avaliação dos riscos para que ocorra uma falha. *Ocorrência* é a frequência com que a falha pode ocorrer, *detecção* é o quão fácil, ou difícil, se é detectada uma falha e *severidade* é o grau de impacto da falha no cliente. Os pesos ou valores atribuídos aos riscos, resultante de sua probabilidade e impacto, podem ser diferenciados conforme a necessidade de cada organização.<sup>(13)</sup>

Outras técnicas para a priorização dos riscos são a Matriz de Priorização e Árvore de Decisão. A Matriz de Priorização permite identificar rapidamente as variáveis de um processo cruzando dados de entrada e saída graduando e priorizando tais dados.<sup>(13)</sup> Sua utilização se dá após a identificação das variáveis de entrada contidas, por exemplo, no diagrama de Ishikawa.<sup>(14)</sup> A Árvore de Decisão pode ser utilizada para análise e tomada de decisão por meio de um diagrama onde são descritos as possíveis situações de um determinado estudo e as escolhas disponíveis que se apresentam. A árvore de decisão pode incorporar tanto dados qualitativos, como descritos na matriz de probabilidade e impacto, como quantitativos, com custos financeiros, por exemplo, previamente fornecidos e analisados.<sup>(15)</sup>

### 4 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO DE TRABALHO

A empresa, objeto deste estudo, presta serviço de injeção de peças para diferentes segmentos dentre os quais se destacam o automotivo, eletroeletrônico, informática, telecomunicação, climatização, linha branca, que cada vez mais delegam aos seus fornecedores a responsabilidade pelo fornecimento de peças para suas linhas de montagem. Um aspecto importante para a empresa é a otimização do processo de manutenção de moldes sejam eles projetados e fabricados internamente ou fornecidos pelo cliente.

Alguns clientes, principalmente empresas multinacionais, desenvolvem parte de seus moldes em países como China e Coréia, impedindo a participação no desenvolvimento e concepção, o que pode gerar, eventualmente, alguma insegurança no momento de fechamento do contrato.

Esses moldes são em geral baseados em blocos inteiros, ou seja, grande parte dos detalhes passíveis de algum tipo de dano não estão sob a forma de postigo e conseqüentemente, limitando/dificultando sua manutenção. Nessa situação possíveis correções ou melhorias se tornarão onerosas e necessitarão de um maior tempo para sua realização. No ano de 2010 a empresa gastou aproximadamente



R\$ 250.000,00 com a manutenção de moldes e 40% dos tempos da cadeia produtiva despendidos em manutenções corretivas.

Quando o cliente pode optar em contratar somente o processo de injeção é comum no recebimento do molde, haver uma análise pelo setor de Ferramentaria de Manutenção juntamente com a Engenharia Industrial, para deliberar e prever se uma determinada região do molde pode ou vai apresentar algum tipo de falha ao longo de sua utilização.

Havendo o consenso da existência de possíveis falhas, regiões do molde são apontadas como críticas e são sinalizadas como possíveis candidatas a serem trocadas por postição. O conhecimento específico, que envolve a análise dos moldes, está limitado a poucas pessoas que possuem grande experiência. Em função deste número reduzido de profissionais a análise considera apenas aspectos críticos mais aparentes como espessura de parede de molde e regiões finas e compridas. Contudo, não existe uma sistemática que realmente apresente um posicionamento sobre a necessidade, ou não, de substituir regiões críticas por postições. Esta deficiência se reflete no número de intervenções que o molde sofre ao longo de sua vida útil, tanto por paradas não programadas como pela quantidade de horas gastas com manutenções corretivas.

## 5 PROPOSTA DO TRABALHO

### 5.1 Sistemática de Análise

Este trabalho propõe uma sistemática para a análise da existência de pontos críticos que possam afetar o funcionamento do molde ao longo do seu ciclo de vida. A proposta tem como meta identificar, pontuar e priorizar os principais modos de falhas existentes em moldes novos, dando suporte à tomada de decisões para a substituição de regiões críticas de moldes por postições. Os principais fatores de risco ocorridos em moldes, bem como suas causas, são definidos e caracterizados, por meio de uma folha de avaliação. Esses fatores e causas estão inseridos em um modelo de pontuação vinculados a probabilidade de acontecer e ao impacto que poderão causar ao longo da vida útil do molde. Isto será a base para que se possa priorizar, de uma forma prática, quais fatores de risco e seus causadores podem ser primeiramente abordados para intervenções no molde. A tomada de decisão, para que uma região seja ou não substituída por postição, fica num patamar em nível de gestão da empresa, que pode considerar aspectos e interesses associados aos interesses de atendimento a qualidade que o cliente deseja com os interesses financeiros que a Empresa procura.

O fluxo proposto (Figura 1) é composto por quatro macro-etapas, onde, após o recebimento de um novo molde, é realizada a etapa Primeiro Teste de Injeção. Neste primeiro teste é imprescindível a coordenação do setor de Métodos e Processos para que o produto e o processo de injeção resultante seja o mais semelhante possível ao do molde em produção. Nas duas etapas seguintes está o maior foco desse trabalho. A segunda etapa, Análise Molde + Peça, consiste em analisar o molde juntamente com a peça injetada, sendo executada pela Ferramentaria de Manutenção em conjunto com Métodos e Processos. Após, a etapa de Definição dos Fatores de Risco realiza a definição dos fatores de risco apontados na análise e seus causadores. A última etapa, Criticidade e Tomada de Decisão, é realizada pela Engenharia Industrial onde, por meio de um conjunto de técnicas de priorização, faz a tomada de decisões quanto à substituição das regiões



críticas por posições, levando em consideração a criticidade de cada fator de risco apontado na etapa anterior.

As próximas seções apresentam com mais detalhes como são definidos os critérios para identificar e pontuar os elementos de maior risco no molde de injeção.

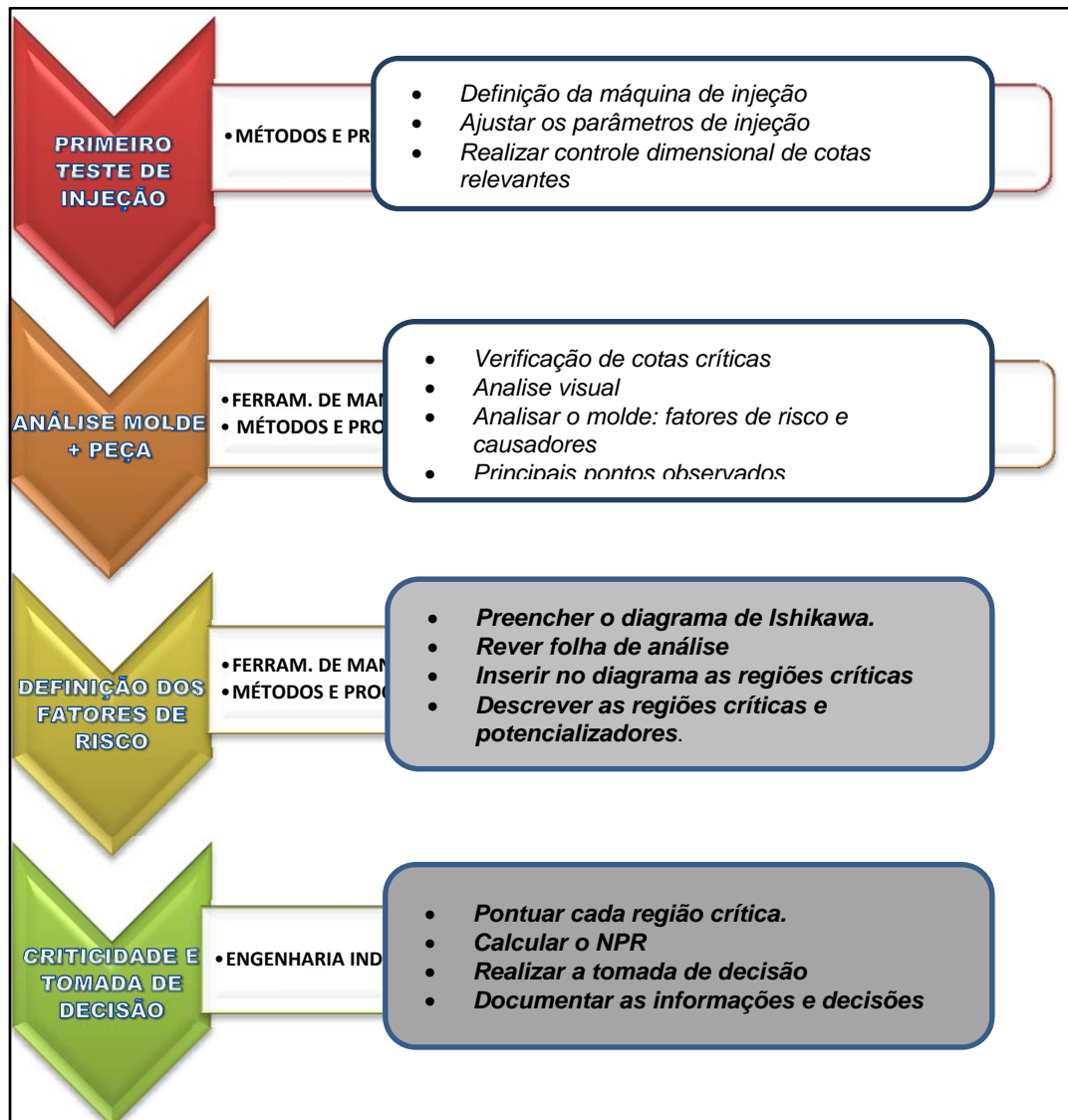


Figura 1- Fluxo da nova sistemática para a análise de moldes novos.

## 5.2 Definição dos Critérios de Análise

Os critérios de análise estão descritos na forma de quatro fatores de risco, quais sejam: quebra, desgaste prematuro, deficiência de refrigeração e aspectos dimensionais. Estes fatores de risco foram estabelecidos observando-se o histórico do setor de manutenção. Por meio de um estudo conjunto entre a Ferramentaria de Manutenção, Engenharia Industrial e Métodos e Processos, foram elencados os principais causadores dos fatores de risco:

- *paredes finas*: paredes que, de forma geral, apresentam espessura inferior a sua altura. Neste trabalho uma região de *parede fina* ocorre quando a altura da parede for três vezes superior a sua espessura;



- *regiões esbeltas*: possuem comprimento muito maior comparado a sua sessão transversal. O índice de esbeltez “ $\lambda$ ” é definido por Hibbeler<sup>(16)</sup> onde  $\lambda = l/r$ , em que  $l$  é o comprimento e  $r$  é o menor raio de giração de uma coluna. Para simplificar a identificação de uma região esbelta, será considerado como raio de giração o raio de uma barra redonda equivalente. Sendo assim, toda região que comparada a uma barra redonda vier a apresentar um índice de esbeltez maior que 4,7 será considerada esbelta;
- *regiões concentradoras de tensões*: regiões que apresentam cantos vivos. A presença de furos em locais de baixa resistência que acabam gerando paredes finas, também serão considerados como regiões concentradoras de tensão;
- *fechamento do molde*: tipo de fechamento que o molde apresenta, de topo, lateral ou em ângulo e suas implicações;
- *partes móveis*: partes ou componentes de movimentação distintas a do sentido de fechamento do molde como gavetas e articulados, bem como seu funcionamento e suas implicações;
- *pontos de injeção*: local da cavidade onde se encontram para verificar a incidência direta destes em superfícies de baixa resistência como cantos vivos, paredes finas e regiões esbeltas;
- *matéria prima do produto injetado*: características da matéria prima, com ou sem cargas abrasivas, temperatura de trabalho, temperatura de solidificação e contração característica e suas implicações;
- *desmoldagem*: retirada do produto das cavidades após injeção e resfriamento, bem como ângulos de extração e suas implicações;
- *regiões espessas do produto*: maior espessura de massa plástica do produto e suas implicações; e
- *aspectos dimensionais do produto*: o dimensionamento do produto é confrontado com as especificações do cliente.

### 5.3 Relação dos Riscos de Falha e suas Causas

Para cada risco de falha poderão existir uma ou mais causas. A Tabela 1 relaciona os possíveis riscos de falhas com os seus prováveis causadores.

**Tabela 1** - Relação entre o risco de falha e seu causador

<b>Riscos de falhas</b>	<b>Causa</b>
Quebra	Paredes finas
Quebra	Regiões esbeltas
Quebra	Regiões concentradoras de tensão
Quebra e desgaste	Fechamento do molde
Quebra, desgaste, deficiência de refrigeração e aspecto dimensional do produto	Partes móveis
Desgaste	Ponto de injeção
Quebra e desgaste	Matéria prima do produto injetado
Quebra e desgaste	Desmoldagem
Deficiência de refrigeração	Regiões espessas do produto
Aspecto dimensional do produto	Aspecto dimensional do molde

A análise do molde é efetuada com ajuda do diagrama de Ishikawa. São relacionadas as causas potenciais com seu risco específico, sendo descrito no



diagrama a região ou o motivo pelo qual foi constatada a relação. A Figura 2 mostra um diagrama, que pode ser aplicado na análise do desgaste.

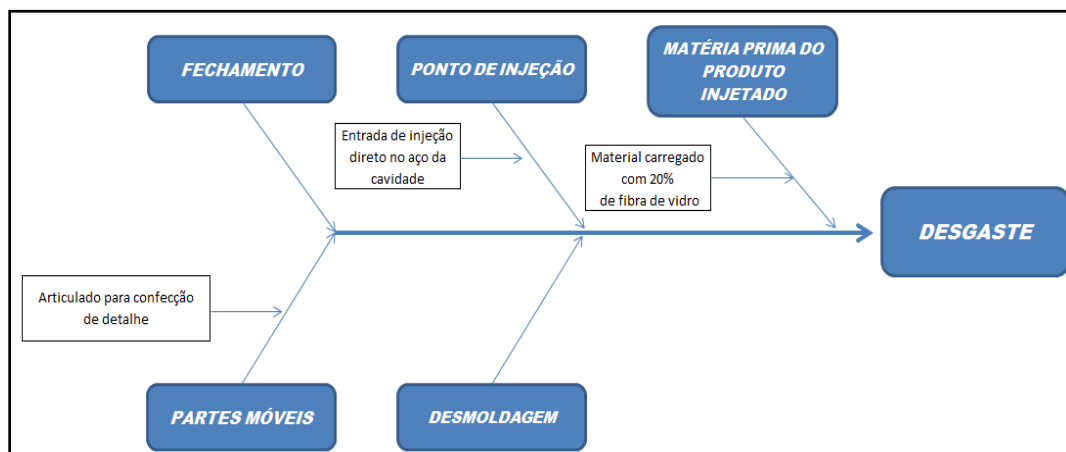


Figura 2 - Diagrama aplicado ao desgaste com as descrições observadas para cada causa.

## 5.4 Análise Crítica dos Riscos (Probabilidade X Impacto)

Considerando o Número de Prioridade e Risco (NPR) e a matriz de probabilidade e impacto, os riscos identificados possuem uma probabilidade de ocorrer bem como um impacto negativo devido às implicações geradas. Desta forma, por meio de uma análise qualitativa os causadores dos potenciais fatores de risco são pontuados para que um NPR seja calculado.<sup>(17)</sup> O NPR é comparado dentro de uma matriz de probabilidade e impacto e serve para indicar a criticidade dos riscos de falha.

A pontuação é dada com base na matriz de porcentagens da Tabela 2 que mostra como pode ser analisada cada causa considerando a probabilidade e o impacto negativo que esta terá para um determinado risco.

Tabela 2 - Matriz de pontuação para probabilidade e impacto

PROBABILIDADE	%/100	IMPACTO	%/100
MUITO ALTA	0,90	MUITO ALTO	0,80
ALTA	0,70	ALTO	0,40
MÉDIA	0,50	MODERADO	0,20
BAIXA	0,30	BAIXO	0,10
MUITO BAIXA	0,10	MUITO BAIXO	0,05

A Tabela 3 apresenta relações associando os aspectos qualitativos de impacto, caso os riscos se concretizem, aos interesses da empresa com relação a prazo de entrega de produtos ao cliente, o tempo de parada para correção dos moldes e o custo das correções. Os fatores e seus valores foram definidos em comum acordo com as áreas de PCP e Ferramentaria de Manutenção.

Tabela 3 - Condições para definição do impacto de riscos

IMPACTO NEGATIVO	SITUAÇÃO DE PRODUÇÃO	TEMPO DE PARADA PARA CORREÇÃO DO MOLDE	CUSTO DA CORREÇÃO (R\$)
MUITO BAIXO	Desprezível	Até 3h	Até 500,00
BAIXO	Parada momentânea da produção	10h a 16h	500,00 a 2.500,00
MODERADO	Atraso da produção interna	1 a 3 dias	2.500,00 a 5.000,00
ALTO	Atraso de entrega ao cliente	1 a 2 semanas	5.000,00 a 10.000,00
MUITO ALTO	Parada de linha do cliente	> 3 semanas	> R\$ 10.000,00



## 5.5 Tomada de Decisão para Regiões de Criticidade Média

Uma vez definida a criticidade de cada causa, a decisão para a substituição da região por postição será:

- *criticidade alta*: será priorizada e terá a sua região substituída por um postição e, neste caso, o molde não poderá ser liberado para produção sem que a substituição tenha sido efetuada;
- *criticidade média*: serão consideradas para análise, porém, com o objetivo de melhoria e otimização da manutenção do molde ou do processo de injeção. Para estes casos, outras análises serão efetuadas para decidir se a região será, ou não, substituída por postição; e
- *criticidade baixa*: não serão analisadas, ou seja, suas regiões não serão substituídas por postição e o molde estará liberado para produção.

Regiões que apresentarem criticidade média fluirão para uma segunda situação, onde os interesses de gestão da empresa irão definir fatores que serão decisivos para as substituições por postição.

A Figura 3 mostra um esquema do fluxo lógico desse processo. Desta forma, após a análise da criticidade média é definido o custo de intervenção no molde indicando a decisão a ser tomada. Se a intervenção for considerada de baixo custo, então a região analisada será imediatamente substituída. Caso a intervenção no molde seja considerada de médio custo, a substituição da região será com prazo estabelecido por meio de cronograma elaborado pela Ferramentaria. E para intervenções consideradas de alto custo uma nova ramificação pode ser aberta, onde o cliente deverá ser envolvido para que negociações possam ser realizadas. O cliente, concordando em dividir os custos de intervenção, então, a região será substituída com prazos definidos, não concordando, a intervenção de substituição da região por postição não será realizada.

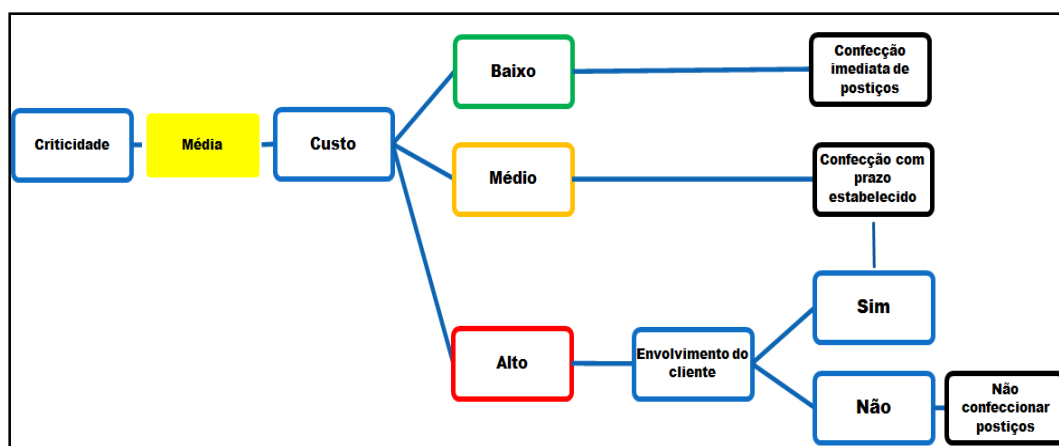


Figura 3 - Ramificação da árvore de decisão para cada causador de risco e decisão.

Esse processo além de permitir a documentação de toda a análise e considerações efetuadas formalmente na empresa, permite também que tal documento possa ser utilizado pelo setor comercial como forma de proteção em casos de possíveis divergências com o cliente. Por exemplo, numa situação de quebra do molde frente a um contrato de fornecimento para uma linha de montagem. Nesse caso existem multas a serem consideradas e tal formalização permitira a empresa argumentar quanto ao conhecimento prévio de pontos críticos do molde pelo cliente, não podendo assim a empresa ser onerada pela parada de produção.





## 6 APLICAÇÃO DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

Para validar a sistemática proposta, foi realizada uma análise em um novo produto para bombeamento de combustível da linha automotiva. Inicialmente um teste de injeção foi realizado, e as peças injetadas foram encaminhadas ao setor de Metrologia e tiveram suas cotas críticas medidas e comparadas com as especificações do cliente (segunda etapa). Posteriormente (terceira etapa), o molde e as peças foram analisados procurando se identificar possíveis riscos e suas causas. O diagrama de Ishikawa mostrado na Figura 4 apresenta alguns dos riscos e causas identificados.

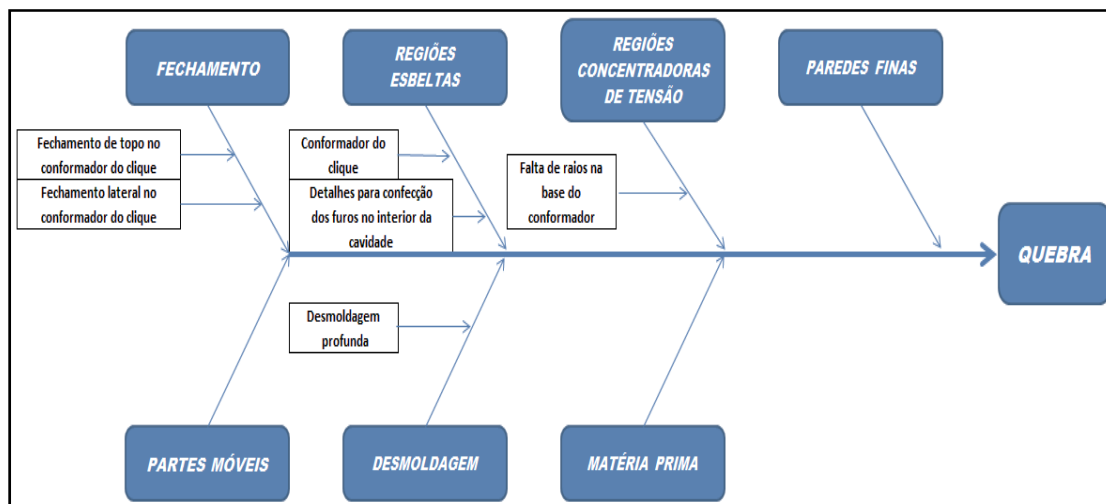


Figura 4 - Diagrama identificando as causas para um possível risco de quebra.

Seguindo a última etapa da sistemática proposta, a Engenharia Industrial, de posse das informações obtidas pontuou de acordo com a matriz de probabilidade e impacto os possíveis causadores de falha, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Calculo do NPR para os causadores do risco de quebra

CAUSA	PROBABILIDADE	IMPACTO	NPR UNITÁRIO	MULTIPLICADOR (X 2)	NPR
Região esbelta (Conformador do clique)	0,70	0,20	0,14	3	0,84
Região esbelta (Pinos no interior da cavidade)	0,50	0,20	0,10	-	0,10

A probabilidade de quebra, para a região do conformador do clique, foi considerada *alta*, ou seja, sua probabilidade de quebra é de 70%. O impacto negativo que esta quebra poderá gerar foi considerada *moderada*, 20%, pois o conserto desta região não implicaria em uma parada do molde maior que três dias, nem o seu custo seria elevado. Haverá sobre esta região a relação de mais três causadores de quebra, identificados como fechamento lateral, fechamento de topo, e a concentração de tensão pela falta de raios na sua base. Sendo assim, o produto das porcentagens e o multiplicador, que esta causa possui, gerou um NPR igual a 0,84.

Com relação aos pinos no interior da cavidade, a probabilidade de que eles venham a quebrar foi considerada *moderada*, ou seja 50%. O impacto gerado também foi considerado *moderado*, 20%, já que seu conserto também não levará mais que três



dias para ser realizado e nem o custo será elevado. O cálculo do NPR para este causador de risco ficou, então, em 0,10.

Para determinar o grau de criticidade, os valores de NPR, foram comparados aos valores da matriz de probabilidade e impacto determinando que o conformador do clique seja de *criticidade alta* por ter extrapolado a região vermelha da matriz. Da mesma forma, os pinos do fundo da cavidade são determinados de *criticidade média* por estarem na região amarela da matriz de probabilidade e impacto.

A tomada de decisão para intervenção das regiões apontadas ficou relacionada com a criticidade que cada uma apresentou. O conformador do clique, pela nova sistemática apresentada e por ser considerado de *criticidade alta*, deverá ser substituído imediatamente por um posticho, não sendo liberado o molde para produção antes desta intervenção. Os pinos no interior da cavidade foram definidos como de *criticidade média*, portanto, serão submetidos a uma segunda análise para decidir se irão ou não ser substituídos por postichos.

A árvore de decisão, que leva em consideração o custo desta intervenção, foi utilizada para decidir se esta região será ou não substituída por postichos. Por meio de cálculos realizados pela Engenharia Industrial, verificou-se que esta intervenção apresenta um baixo custo de intervenção, o que segundo a política atual da empresa seria um valor abaixo de R\$5.000,00. Como a árvore indica que, para baixos custos a confecção imediata de postichos é a decisão, então a região será substituída. Ou seja, mesmo que o molde apresentasse apenas este causador de risco, a intervenção imediata seria realizada. Vale ressaltar que a forma como foi calculado o custo desta intervenção não faz parte dos objetivos deste trabalho, não sendo assim descritos. Apesar desta intervenção apresentar a possibilidade de ser realizada com o molde já em produção, como o molde não será liberado antes da substituição do conformador do clique, então as duas intervenções serão executadas em conjunto não havendo a necessidade de retorno do molde a ferramentaria.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de uma sistemática que venha condicionar o molde, recém-chegado a empresa, para o início de sua produção com a substituição de regiões críticas por postichos, tende a eliminar grande parte das intervenções, ou pelo menos irá proporcionar intervenções em um menor espaço de tempo e com custos reduzidos.

A análise efetuada por meio da sistemática proposta, em que são definidos os riscos e seus eventuais causadores, facilitou e foi mais objetiva para quem a efetuou tornando a visualização das regiões que poderão apresentar problemas mais simples. A tomada de decisão, por meio das técnicas utilizadas, proporcionou uma melhor visualização dos caminhos que podem ser tomados em função das necessidades ou interesses da empresa otimizando o molde para quando este entrar em produção.

O apontamento de regiões críticas, bem como a classificação destas, poderá ser um ponto de partida para negociações com o cliente. As negociações tanto podem ser em termos de custo de intervenções não programadas, como no eventual bloqueio do fornecimento de peças pela parada do molde, já que os problemas foram evidenciados no seu recebimento e são do conhecimento do cliente.

Os fatores de risco, bem como seus causadores, não estão restritos aos descritos por este trabalho, onde, dependendo das situações encontradas em cada molde ou na apresentação de outros riscos e causadores, estes podem ser anexados para que também façam parte da análise crítica. Da mesma forma, as pontuações



propostas podem ser substituídas para uma melhor adequação as necessidades de avaliação.

Sendo assim, como sugestão para trabalho futuro, a sistemática proposta pode ser avaliada e adaptada para que não seja somente utilizada no recebimento de moldes vindos de outros fabricantes, mas também para análise de novos projetos buscando a otimização das manutenções e a redução, ainda maior, dos custos de intervenção.

## REFERÊNCIAS

- 1 RUSSO, G.M. **Guia prático de terceirização**: como elaborar um projeto de terceirização eficaz. Campus. Brasília, DF, 2007. 13 p.
- 2 MORAES, R.P.; SARATT, N.D.; SILVEIRA, A.D. **Empresabilidade na gestão de serviços**: o que as empresas devem saber para obter ganhos competitivos, com a terceirização, a quarteirização e o relacionamento com cooperativas de trabalho – Porto Alegre: Badejo editorial, 2003. 36-40 p.
- 3 HARADA, J. A importância do projeto de moldes para injeção de termoplásticos. **Ferramental**: revista brasileira da indústria de ferramentais, v.1, n.6, p.27-31, maio/jun. 2006.
- 4 BITENCOURT, G.. A polêmica dos moldes importados. **Plástico Sul**, Porto Alegre, ano10, n.112, 44-47 p., ago.2010.
- 5 HARADA, J. **Moldes para injeção de termoplásticos**: projetos e princípios básicos. São Paulo: Artliber Editora, 2004.
- 6 SORS, L.; BARDÓCZ, L.; RADNÓTI, I. **Plásticos – Moldes e Matrizes**. São Paulo: Hemus, 2002. Tradução de: Luiz Roberto de Godoi Vidal.
- 7 AMORIM, J.R.. **Sistemática para fresamento e montagem de postigos em insertos poliméricos para moldes-protótipos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, mar. 2006.
- 8 JONEJA, A. **Plastic Part Manufacture, Injection Molding**. Department of Industrial Engineering and Logistics Management, University of Hong Kong. 2008. Disponível em: <<http://www.ielm.ust.hk/dfaculty/ajay/courses/ieem215/lecs/>>. Acesso em: 18 mar. 2011,
- 9 SANTANA, H.A. **Moldes de injeção**. Sociedade Educacional de Santa Catarina, Centro de Educação Tecnológica do Paraná CETTPR, Paraná, 2002. Revisão: Adriano Francisco Reinert, 2004.
- 10 MICHAELI, W.; HELBICH, B. Projeto de insertos devem levar em conta a deformação durante o processo de injeção. **Plástico Industrial**, São Paulo, ano 12, n. 134, 56-65 p., out. 2009.
- 11 MANRICH, S. **Processamento de termoplásticos**: rosca única, extrusão, e matrizes, injeção e moldes – São Paulo: Artliber Editora, 2005.
- 12 CHRYSLER LLC; FORD Motors Company; GENERAL Motors Company. Análise de modo e efeito de falha potencial (FMEA). Manual de referência, 4.ed., 2008. Tradução de: IQA – Instituto da qualidade automotiva.
- 13 REIS, D.F. **Seis sigma black belts**. Montenegro: FCT-Flaemming Consultoria, 2009. Módulo 6, 1-37 p.
- 14 PRADO, Hayrton Rodrigues do. **Dicas de qualidade**: Diagrama de Pareto, Ishikawa e 5W1H. Blog em WordPress.com, nov.2009. Disponível em: <<http://qualidadeonline.wordpress.com/2009/11/04/dicas-de-qualidade-diagrama-de-pareto-ishikawa-e-5w1h/>>. Acesso em 29 abril, 2011,
- 15 PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conjunto de conhecimentos do gerenciamento de projetos**. 3. ed. Newtown Square, Pennsylvania, 2004. Cap.11, 237-260p. (PMBOK guide)
- 16 HIBBELER, R.C. **Resistência dos Materiais**. 5ª Edição. São Paulo. Prentice Hall, 2004.
- 17 BRASILIANO, A.C.R. **Método Avançado de Análise de Risco**: Resposta aos Riscos Corporativos. B&A, Brasiliano e Associados. São Paulo, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.brasiliano.com.br/blog/?p=1940>>. Acesso em 22 abril, 2011,