

# APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO NA QUEBRA DE PRENDEDORES DE ROUPA EM UMA EMPRESA DE INJEÇÃO DE PLÁSTICOS

Gece Wallace Santos Reno (CUML)

gece.reno@uol.com.br



*O dia a dia das empresas leva as equipes a trabalharem como se fossem “bombeiros”, apagando incêndios diários de forma desorganizada e sem rotinas planejadas. Esta forma de trabalho acaba por não resolver efetivamente os problemas em sua causa raiz e sim apenas os sintomas e efeitos dos mesmos, trazendo perdas recorrentes. Este artigo visa detalhar a aplicação das ferramentas da qualidade, para diagnosticar a causa raiz da quebra de prendedores de roupa em uma empresa de injeção de plásticos localizada em Santa Catarina. A abordagem de solução desse problema contemplou a utilização das ferramentas Folha de Verificação, Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito aplicados pela equipe técnica da empresa juntamente com as equipes do chão de fábrica. Estas aplicações permitiram identificar de forma clara as possíveis causas e soluções, gerando um plano de ação que ao ser findado conseguiu reduzir de 25% de quebra dos prendedores para próximo de 0%.*

*Palavras-chave: Histograma, Diagrama de Causa e Efeito, Pareto, Solução de Problemas, Melhoria da Qualidade*

## 1. Introdução

Prendedores de Roupas, são utensílios domésticos largamente utilizados nos lares de todas as residências mundiais. Devido a larga utilização deste produto, a empresa citada neste artigo, resolveu investir na produção deste utensílio, utilizando-se para tanto de um molde de injeção de 28 cavidades. Para conseguir atingir uma competitividade adequada, o uso da matéria prima reciclada tornou-se uma exigência efetiva e condição única para viabilização do produto.

Como o segmento é altamente competitivo e sensível a preço, buscou-se projetar o produto de forma a possuir um projeto único e diferenciado visualmente, contendo uma linha de contorno suave e de aparência moderna. (JURAN, 2009), destaca amplamente a importância em pensar na qualidade como um meio diferencial de competitividade, desde o projeto do produto até a sua fabricação, razões estas cada vez mais crescentes com o crescimento do entendimento e exigência dos clientes por produtos de excelência.

Entretanto, durante os testes de uso, o produto em estudo apresentou um índice de quebra altíssimo, o qual atingiu o patamar de 25% em número de peças no primeiro movimento. Além destes efetivos 25%, o restante dos produtos apresentaram uma fragilidade em médio prazo de uso, chegando a cerca de 70% da totalidade, levando a sério risco de falha do produto durante o uso pelos clientes.

A busca das causas do problema trouxe, para a empresa, uma demanda de vários testes, focados basicamente em alternativas de matéria prima e variações na regulagem dos parâmetros de injeção, os quais pouco melhoraram o índice de quebra.

O objetivo deste trabalho é demonstrar que uso das ferramentas da qualidade, quando aplicadas de modo sistêmico, reduz drasticamente o tempo para solução dos problemas, ocasionando eliminação de desperdícios e redução dos custos envolvidos.

## 2. Soluções de Problemas no Modelo Toyota

O Modelo Toyota procura identificar e remover obstáculos no caminho para a perfeição. Esta filosofia, a qual esta enraizada no modelo cultural japonês é a essência da conquista que a Toyota conseguiu nas últimas décadas. Os problemas encontrados, não são vistos e tratados de modo superficial e às vezes tratados como normais pela maioria das empresas, e sim como desafios e oportunidades para a auto superação. Para a Toyota, têm-se apenas duas alternativas, remover os obstáculos ou fracassar. É por este motivo que, as habilidades para solucionar os problemas e capacidade de melhorar continuamente são cruciais para a sobrevivência da Toyota, capacidade esta que está sendo testado em seu limite extremo após os *recalls* em volumes significativos ocorridos em 2009.

A metodologia de solução de problemas é uma habilidade que percorre intensamente todos os níveis da organização da Toyota e todas as funções, desde a fabricação até as compras, as vendas e os demais setores. A Toyota, utiliza análise estatística avançada em certas situações, mas o uso da solução de problemas no dia a dia é direto. Os problemas encontrados diariamente pela maioria dos funcionários exigem somente habilidades analíticas básicas.

Técnicas mais complexas são desnecessárias e muitas vezes confundem as pessoas que possuem um problema, mas não foram treinadas no método.

Um processo de “solução de problemas” adotado pela Toyota vai além da base para solução de problemas. Abrange um processo de pensamento crítico e lógico. Exige completa avaliação e reflexão, atenta considerações de várias opções e um curso de ação cuidadosamente pensado, tudo isso levando a metas mensuráveis e sustentáveis.

O uso de um processo de solução de problemas pode e deve ser empregado em todas as situações do dia a dia, desde a correção de pontos fracos de um plano de treinamento, compra de novos equipamentos, atividades de redução de custos, atividades de melhoria de processo e produto, planejamento anual e desenvolvimento de estratégia de negócios (LIKER, 2007).

### 3. Oportunidades de Melhoria ou Problemas ?

Na maioria das organizações, os problemas são encarados como algo que atrapalha o processo e são tratados de modo mais rápido possível, contudo de forma desestruturada, resultando na repetição dos problemas, entendidos como “ resolvidos”.

O inverso de um problema é uma oportunidade. Esta afirmativa, quando a cultura da organização estiver voltada para, cria-se um processo de melhoria contínua sistematizada e focada realmente na busca da causa raiz dos problemas.

Na prática, pode-se classificar os problemas das organizações em três categorias, sendo : Grandes, Médias e Pequenas (LIKER, 2007). Muitas organizações acabam por fracassar no desenvolvimento de um processo eficaz para capturar oportunidades nestas três categorias. Com muita frequência, a categoria de pequenas melhorias de processo e produto são inteiramente desconsideradas porque os ganhos oriundos dessas oportunidades são vistas como insignificantes, ou porque “não valem o esforço”. Por outro lado, os problemas médios ou grandes, não são totalmente explorados devido ao número reduzido de pessoas treinadas ou qualificadas para resolvê-las. Quando isso ocorre, nota-se nitidamente, que a organização não está voltada para a busca de oportunidades de melhoria, e sim focada a apenas “ apagar incêndios” do dia-a-dia. Mais ainda, na maioria das organizações, os problemas não são vistos como oportunidades de melhoria, mas sim como fracassos e, desse modo, são ocultados em vez de serem abordados.

Para resolver este problema, na Toyota, utiliza-se de duas praticas para maximizar seu desempenho destacadas por (LIKER, 2007), como:

- **Alavancagem** – Todos os funcionários são treinados e encorajados para usar o processo de melhoria continua diariamente, o que possibilita uma tremenda alavancagem dos esforços combinados de muitos indivíduos para solucionar o problema, cada um deles fazendo melhorias freqüentes, pequenas e contínuas.
- **Foco** – Os recursos são utilizados para abordar problemas em todos os três níveis e os esforços podem ser concentrados, aplicando-se maior alavancagem e multiplicando-se os resultados. O processo de solução de problemas requer avaliação e comparação das questões, permitindo que as pessoas concentrem esforços nos itens mais significativos. Dessa forma, uma quantidade menor de esforço concentrado produz maiores resultados ao serem atacadas as maiores oportunidades.

Um bom processo de solução de problemas deve conter algumas etapas descritas em (JURAN, 2009), e estas devem fluir uniformemente entre elas, havendo uma clara conexão de causa e efeito entre uma para outra. A finalização de uma etapa levará à próxima, e não haverá interrupção, são elas :

- Desenvolvimento de uma completa compreensão da situação presente e definição do problema
- Realização de uma análise completa da raiz do problema
- Total consideração de soluções alternativas enquanto se constrói o consenso
- Planejar- fazer – verificar – agir ( PDCA : *plan do check act*)
- Reflexão e aprendizagem com o processo

Poderão haver informações adicionais a esta estrutura principal, mas geralmente a metodologia de análise e solução de problemas, irá seguir as etapas descritas.

#### 4. Ferramentas da Qualidade

As ferramentas analisadas a seguir são as mais utilizadas no TQC – Controle Total da Qualidade, mas não são as únicas. Essas ferramentas são usadas por todos em uma organização e são extremamente úteis no estudo associado às etapas ao fazer rodar o ciclo PDCA (SEBRAE, 2005).

As ferramentas sempre devem ser encaradas como um MEIO para atingir as METAS ou objetivos. Meios são as ferramentas que podem ser usadas para identificar e melhorar a qualidade, enquanto que a meta é onde queremos chegar, o “fim ideal”.

A finalidade das ferramentas é eliminar ou reduzir as fontes de variação controláveis em produtos e serviços, gerando processos estáveis e com resultados previsíveis.

Existem várias ferramentas e métodos utilizados, entretanto destaco a seguir as ferramentas básicas principais detalhadas em (FERREIRA, 2005).

##### 4.1. Folha de Verificação ou Coleta de Dados

São formulários planejados nos quais os dados coletados são preenchidos de forma fácil e concisa. Registram os dados dos itens a serem verificados, permitindo uma rápida percepção da realidade e uma imediata interpretação da situação, ajudando a diminuir erros e confusões.

As folhas de verificação podem apresentar-se de vários tipos como mostra a seguir:

- Folha de verificação para distribuição do Processo de Produção - É usado esse tipo de folha de verificação quando se quer coletar dados de amostras de produção. Lança-se os dados em um histograma para analisar a distribuição do processo de produção, coleta-se os dados, calcula-se a média e constroi-se uma tabela de distribuição de frequência. À

medida em que os dados são coletados são comparados com as especificações. Os dados coletados para este tipo de folha de verificação não podem ser interrompidos. Este tipo de folha de verificação é aplicado quando queremos conhecer a variação nas dimensões de um certo tipo de peça.

- Folha de verificação de itens defeituosos - Este tipo de folha de verificação é usado quando queremos saber quais os tipos de defeitos mais frequentes e números de vezes causados por cada motivo.
- Folha de Verificação para Localização de Defeito - É usada para localizar defeitos externos, tais como: mancha, sujeira, riscos, pintas, e outros. Geralmente esse tipo de lista de verificação tem um desenho do item a ser verificado, na qual é assinalado o local e a forma de ocorrência dos defeitos. Esse tipo de folha de verificação é uma importante ferramenta para a análise do processo, pois nos conduz para onde e como ocorre o defeito.
- Folha de Verificação de Causas de Defeitos - Este tipo de folha de verificação é geralmente usado para investigar as causas dos defeitos, sendo que os dados relativos à causa e os dados relativos aos defeitos são colocados de tal forma que torna-se clara a relação entre as causas e efeitos. Posteriormente os dados são analisados através da estratificação de causas ou do diagrama de dispersão.

## 4.2. Diagrama de Pareto

O gráfico de Pareto é um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem dos números de ocorrências, apresentando a soma total acumulada. Permite-nos visualizar diversos elementos de um problema auxiliando na determinação da sua prioridade.

É representado por barras dispostas em ordem decrescente, com a causa principal vista do lado esquerdo do diagrama, e as causas menores são mostradas em ordem decrescente ao lado direito. A Figura 1 demonstra este diagrama.

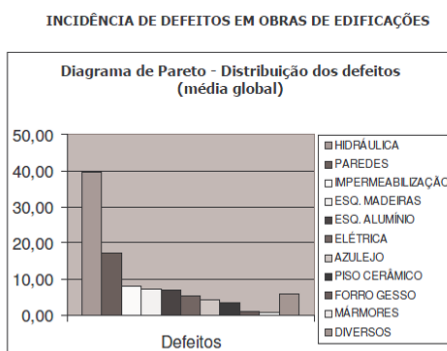


Figura 1 – Exemplo do Gráfico de Pareto (próprio autor)

### 4.3. Diagrama de Causa e Efeito

É uma representação gráfica que permite a organização das informações possibilitando a identificação das possíveis causas de um determinado problema ou efeito. Também chamado de diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa. Nos mostra as causas principais de uma ação, as quais dirigem para as sub-causas, levando ao resultado final.

Esta ferramenta foi desenvolvida em 1943 por Ishikawa na Universidade de Tóquio. Ele usou isto para explicar como vários fatores poderiam ser comuns entre si e estar relacionados. A Figura 2 demonstra o diagrama.

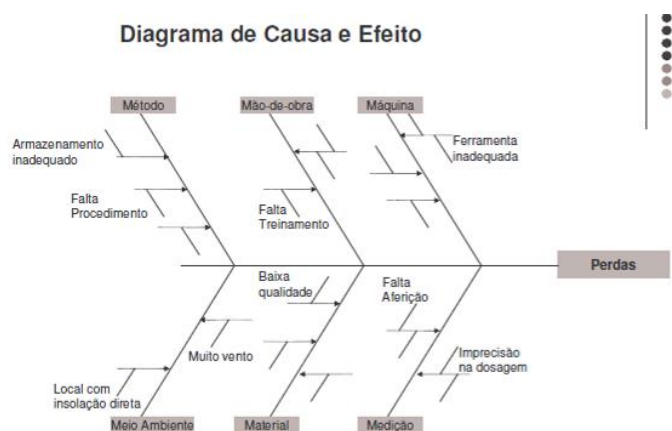


Figura 2 – Exemplo do Diagrama de Causa e Efeito (próprio autor)

### 4.4. Histograma

São gráficos de barras que mostram a variação sobre uma faixa específica. O histograma foi desenvolvido por Guerry em 1833 para descrever sua análise de dados sobre crime. Desde então, os histogramas tem sido aplicados para descrever os dados nas mais diversas áreas.

É uma ferramenta que nos possibilita conhecer as características de um processo ou um lote de produto permitindo uma visão geral da variação de um conjunto de dados. A maneira como esses dados se distribuem contribui de uma forma decisiva na identificação dos dados. Eles descrevem a frequência com que variam os processos e a forma de distribuição dos dados como um todo. A Figura 3 demonstra este gráfico .

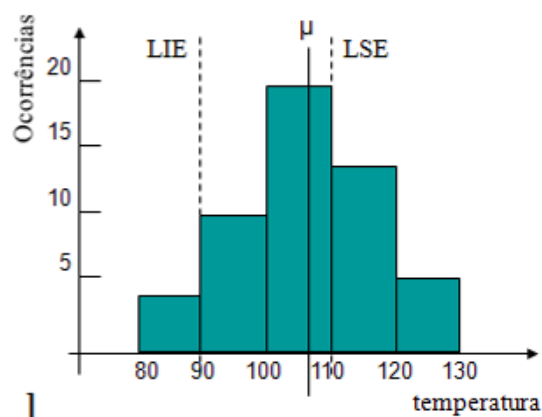


Figura 3 – Exemplo de Histograma (próprio autor)

#### 4.5. Diagrama de Dispersão

São gráficos que permitem a identificação entre causas e efeitos, para avaliar o relacionamento entre variáveis. O diagrama de dispersão é a etapa seguinte do diagrama de causa e efeito, pois verifica-se a existência de uma possível relação entre as causas, isto é, nos mostra se existe uma relação, e em que intensidade. A Figura 4 demonstra este diagrama.

Diagrama de Dispersão

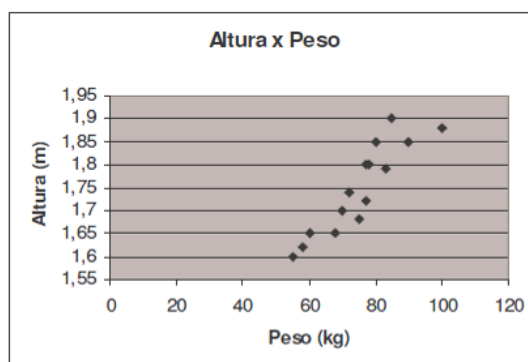


Figura 4 – Exemplo de Diagrama de Dispersão (próprio autor)

#### 4.6. Gráficos de Controle

São gráficos para examinar se o processo está ou não sob controle. Sintetizam um amplo conjunto de dados, usando métodos estatísticos para observar as mudanças dentro do processo, baseado em dados de amostragem. Pode nos informar em determinado tempo como o processo está se comportando, se ele está dentro dos limites preestabelecidos, sinalizando assim a necessidade de procurar a causa da variação, mas não nos mostrando como eliminá-la. A Figura 5 demonstra este gráfico.

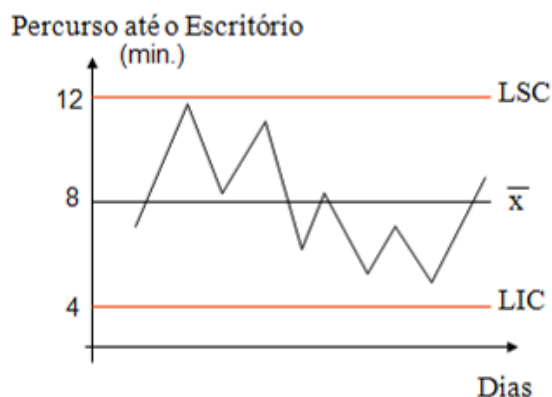


Figura 5 – Exemplo de Gráfico de Controle (próprio autor)

#### 4.7. Fluxograma

É um resumo ilustrativo do fluxo das várias operações de um processo. Este documenta um processo, mostrando todas as etapas deste. É uma ferramenta fundamental, tanto para o planejamento (elaboração do processo) como para o aperfeiçoamento (análise, crítica e alterações) do processo.

O fluxograma facilita a visualização das diversas etapas que compõem um determinado processo, permitindo identificar aqueles pontos que merecem atenção especial por parte da equipe de melhoria.

#### 4.8. Inter-relação entre as Ferramentas da Qualidade

Para cada etapa do processo de identificação do problema e solução, podem ser usadas uma ou mais ferramentas da qualidade, as quais dependendo do tipo de problema e profundidade de análise necessária, são mais adequadas do que outras. A Tabela 1, abaixo, busca demonstrar de forma resumida e simplista a relação entre estas ferramentas e as suas funções.

|                                 | Folha de verificação | Diagrama de Pareto | Diagrama de causa e efeito | Diagrama de dispersão | Gráfico de controle | Histograma | Fluxograma | Brainstorming | SWIH |
|---------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|------------|------------|---------------|------|
| coletas de dados                | X                    | X                  |                            | X                     | X                   | X          |            |               |      |
| frequência de ocorrência        | X                    |                    |                            |                       |                     | X          |            |               |      |
| reuniões de grupo               |                      | X                  | X                          |                       |                     |            | X          | X             | X    |
| gráficos                        | X                    | X                  |                            | X                     | X                   | X          |            |               |      |
| estatística                     |                      |                    |                            | X                     |                     | X          |            |               |      |
| etapas e informação do processo |                      |                    |                            |                       |                     |            | X          |               |      |

Tabela 1 – Relação de Uso das Ferramentas da Qualidade

### 5. Descrição do Problema da Empresa



A característica funcional principal de um prendedor de roupa, está pautado na fixação das roupas no varal, de forma a não marcar as mesmas, bem como não deixá-las caírem. Para tanto, o prendedor não poderá quebrar na região de sua dobradiça. A Figura 6 demonstra o produto produzido pela empresa de injeção de plásticos.



Figura 6 – Prendedor de Roupa da Plasnor

Ao longo dos testes de uso, verificou-se um índice de quebra na ordem de 25% na região da dobradiça, demonstrando uma alta fragilidade do produto. Quebra esta demonstrada na Figura 7 abaixo.



Figura 7 – Característica de Quebra do Prendedor de Roupa

A primeira indicação de solução, ( forma tradicional de tentativa e erro e normalmente usada na empresa até então ) seria a troca da matéria prima reciclada utilizada por outra, de preferência totalmente virgem. Entretanto esta troca tornaria o produto totalmente não competitivo, inviabilizando o mesmo.

Frente a este problema, a equipe técnica resolveu por adotar o uso das ferramentas da qualidade detalhadas no tópico 4 deste artigo, paralisando inicialmente a produção, para que de forma racional e sistemática pudesse se resolver efetivamente o problema, chegando a causa raiz.

### 5.1. Uso das Ferramentas da Qualidade

Para possibilitar o levantamento das principais hipóteses efetivas das causas do problema, usou-se inicialmente o diagrama de Causa e Efeito, a fim de possibilitar a listagem dos mesmos. O diagrama utilizado e as potenciais causas, foram descritas na Figura 8.

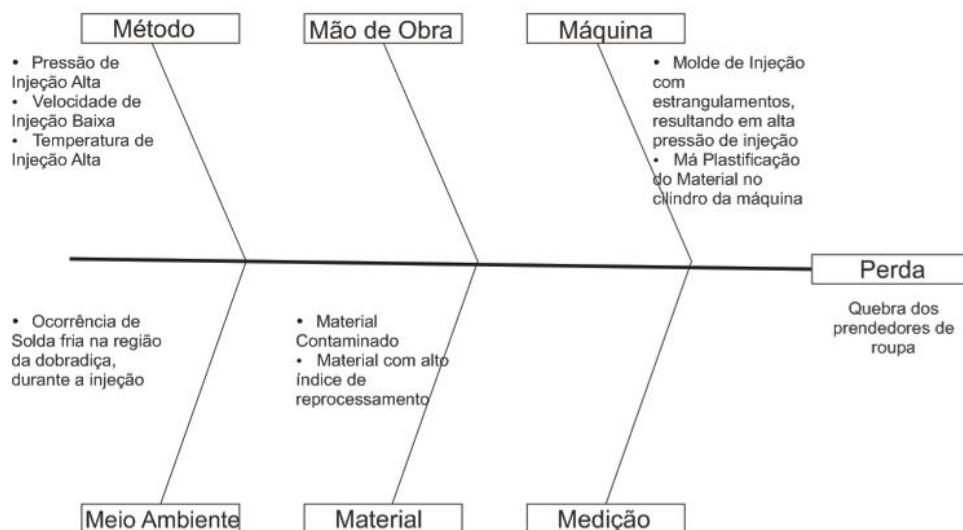


Figura 8 – Potenciais problemas da quebra dos prendedores de roupa

De acordo com (MICHAELI, 1995) tanto a temperatura de processamento, como a pressão de injeção inadequada aliada ao uso de matéria prima reciclada, podem trazer uma fragilidade ao produto final de forma acentuada. Desta forma, realizaram-se as seguintes ações, com o objetivo de avaliar com mais precisão a causa raiz do problema.

a) Efetuar testes de injeção, com variações dos parâmetros de Injeção, sendo:

Amostra 1 – Pressão de Injeção Alta

Amostra 2 – Pressão de Injeção Baixa

Amostra 3 – Temperatura de Injeção nas 4 zonas do cilindro em 180 °C ( Pressão e Velocidade Inalteradas )

Amostra 4 – Temperatura de Injeção nas 4 zonas do cilindro em 200 °C ( Pressão e Velocidade Inalteradas )

Amostra 5 – Utilização de 20% de Matéria Prima Virgem ( Pressão, Velocidade e Temperatura Inalteradas

Amostra 6 – Utilização de 35% de Matéria Prima Virgem ( Pressão, Velocidade e Temperatura Inalteradas

- b) Injetar 100% de matéria prima reciclada, mantendo a pressão, velocidade e temperatura constantes, de 3 diferentes fontes de material. Identificar através de Folha de Verificação e Diagrama de Pareto as cavidades com maior índice de quebra.

## 5.2. Análises dos Resultados dos Testes

Após os testes de injeção efetuados, utilizando-se de uma amostragem de aproximadamente 1500 prendedores de roupa por teste, obteve-se os resultados abaixo :

| Descrição do Teste                                    | Total de Prendedores | Bons | Ruins | % Quebra |
|-------------------------------------------------------|----------------------|------|-------|----------|
| Amostra 1 – Pressão de Injeção Alta                   | 1737                 | 1305 | 432   | 24,9%    |
| Amostra 2 – Pressão de Injeção Baixa                  | 1581                 | 1278 | 303   | 19,2%    |
| Amostra 3 – Temp. de Injeção a 180 °C                 | 1573                 | 1250 | 323   | 20,5%    |
| Amostra 4 – Temp. de Injeção em 200 °C                | 1569                 | 1167 | 402   | 25,6%    |
| Amostra 5 – Utilização de 20% de Matéria Prima Virgem | 1700                 | 1388 | 312   | 18,4%    |
| Amostra 6 – Utilização de 35% de Matéria Prima Virgem | 1552                 | 1288 | 264   | 17,0%    |

Tabela 2 – Resultados dos Testes de Injeção – Plano de Ação (a)

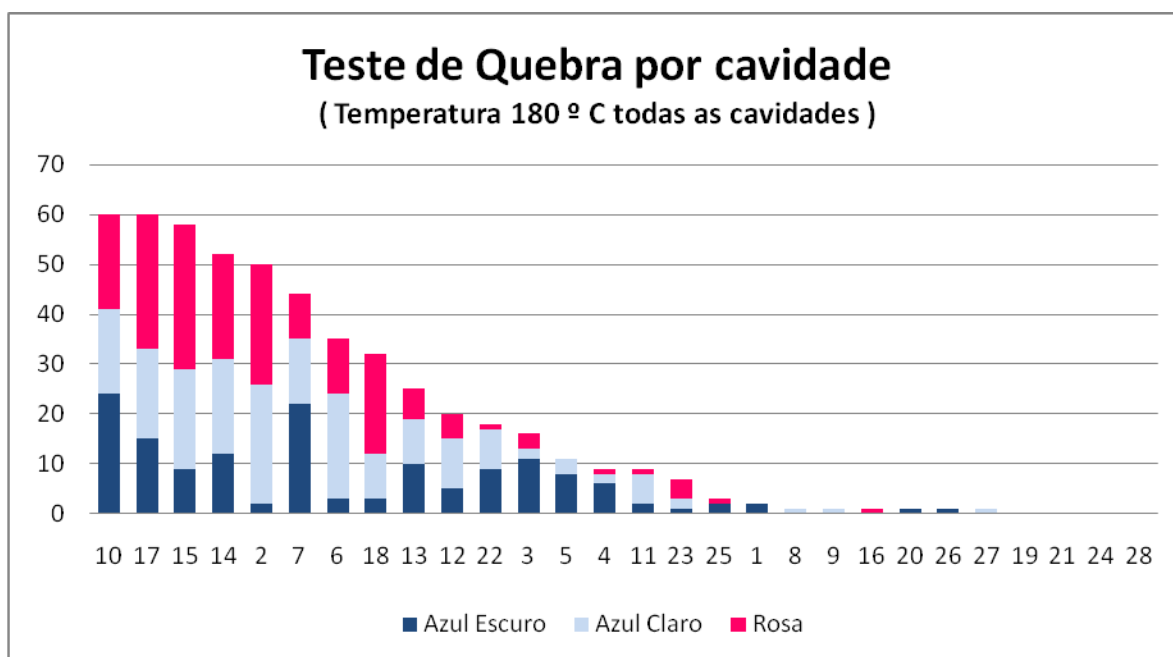


Figura 9 – Pareto do índice de quebra por Cavidade

Avaliando o resultado da Tabela 2, notou-se uma pequena melhora do percentual de quebra, quando da utilização de pressão de injeção e temperatura mais baixas, o que comprova as informações da literatura específica sobre processamento por injeção. Entretanto esta melhora continua sendo pequena, indicando que a causa raiz do problema ainda não foi identificado.

Por outro lado, avaliando o perfil de quebra por cavidade (Figura 9), nota-se que existe uma concentração muito grande em algumas cavidades e em praticamente 30% do molde, o índice de quebra é praticamente de 0%. Observa-se também que este comportamento se mantém para os três lotes de matéria prima (Azul Escuro, Azul Claro e Rosa).

Cruzando os dois testes, chegou-se na conclusão de que o fato de utilizar a matéria prima reciclada, bem como a variação dos parâmetros de injeção, pouco interfere no problema efetivo de quebra, não sendo, portanto a causa raiz do problema.

Voltando-se a análise do diagrama de causa e efeito, figura 8, verifica-se que uma hipótese identificada no diagrama não foi explorada ( Geração de Solda Fria durante a Injeção na dobradiça do prendedor ). Este problema, pode ser gerado pelo mal dimensionamento das cavidades do molde, não levando em consideração o sentido de fluxo e encontro do material com os pontos limites que geram resfriamento (SORS, 2003). Desta forma, a equipe técnica da empresa, resolveu por promover um desbalanceamento do fluxo de preenchimento das cavidades de nº 10, 17, 15 e 14 do molde ( identificadas como as principais do gráfico de pareto figura 9 ), afastando uma eventual formação de solda fria na região da dobradiça, conforme Figura 10, abaixo :

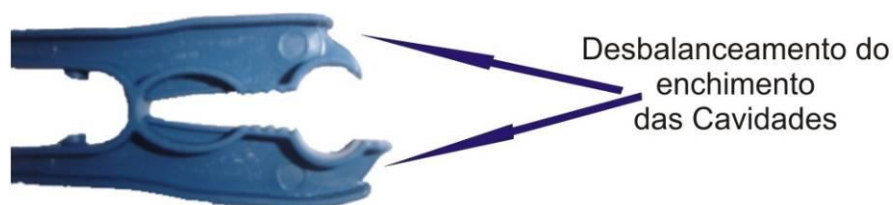


Figura 10 – Fluxo de Preenchimento Desbalanceado da Cavidade

Em seguida, foi repetido o teste (b) descrito acima, tendo-se como resultado:

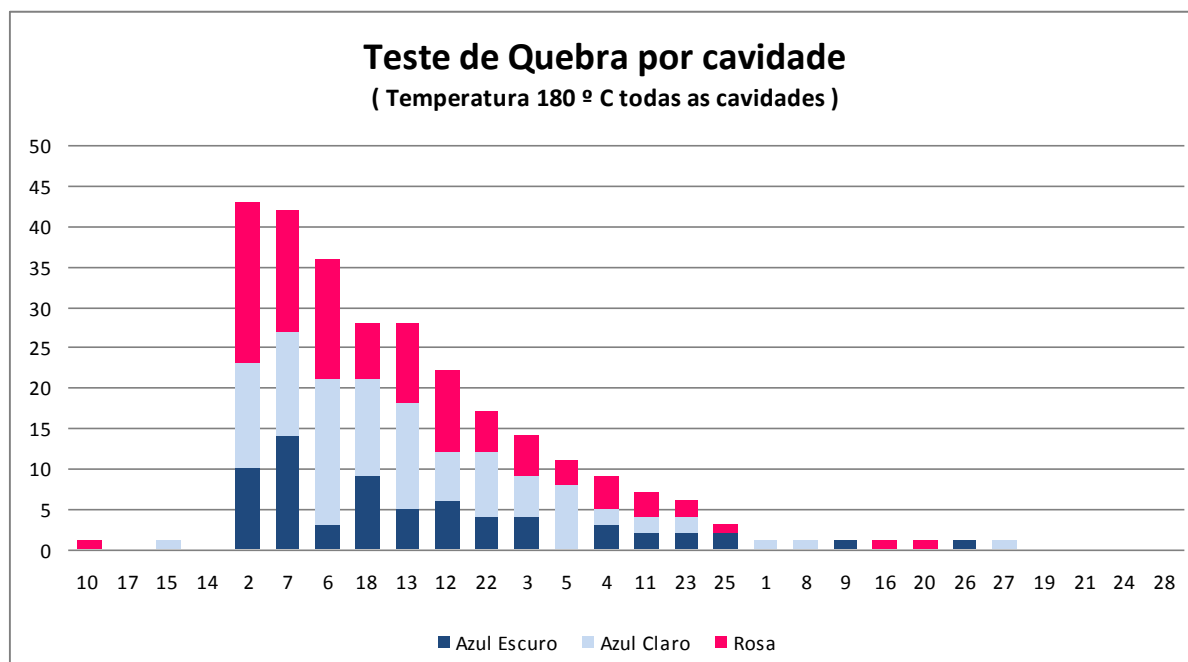


Figura 11 – Pareto do índice de quebra por Cavidade pós desbalanceamento

O resultado apresentando na Figura 11 acabou por provando definitivamente a causa raiz do problema de quebra, ou seja, o preenchimento da cavidade estava gerando uma solda fria ( Junção do Material Polimérico em uma temperatura baixa, não permitindo uma perfeita junção / solda ). Desta forma, todas as outras cavidades foram desbalanceadas e o problema foi corrigido definitivamente.

## 6. Conclusão

Antes do uso das ferramentas da qualidade, a empresa estava em volta de um problema grave no desempenho do produto, não conseguindo resolver o mesmo, além de estar na eminência de abortar o projeto. A equipe técnica, já havia despendido cerca de 3 semanas de testes, incluindo mudanças de temperatura de processo, matérias primas, e outras tentativas sem a aplicação de metodologia técnica ou científica.

Após o uso das ferramentas da qualidade tais como: Folha de Verificação, Diagrama de Causa e Efeito e Pareto, conseguiu-se de forma sistemática, lógica e rápida a identificação da causa raiz e a solução definitiva do problema. Notou-se de que, o fato de paralisar o processo produtivo, reunir todos os envolvidos e desenvolver uma lista de hipóteses possíveis para o problema, o tempo gasto para a solução se reduziu de dias para horas, comparado com o processo de tentativa e erro anteriormente adotado.

Desta forma, usando-se as ferramentas da qualidade de forma adequada, consegue-se um processo de melhoria poderoso, rápido e eficaz, resolvendo-se efetivamente os problemas do dia a dia pela busca consistente da causa raiz, gerando além da solução uma base de dados confiáveis que pode ser reutilizada na reincidência do problema.

## 7. Referências Bibliográficas

**FERREIRA, E.** *Método de Solução de Problemas “QC Story”*. Universidade Federal da Bahia, 2005.

**JURAN, J.M.** *A Qualidade desde o Projeto*. Editora Cengage Learning, 2009.

**LIKER, J. K. e MEIER, David.** *O Modelo Toyota: Manual de Aplicação*. Porto Alegre: Bookman, p. 285-291, 2007.

**MICHAELI, Walter; GREIF, Helmut; HANS, Kaufmann.** *Tecnologia dos Plásticos*. Editora Edgard Blucher, 1995.

**SEBRAE.** *Manual do Sistema da Qualidade*. 2005

**SORS, Laszlo.** *Plásticos: Moldes & Matrizes*. Editora Hemus. 1ª Edição, 2003.