

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA “SEIS SIGMA” VISANDO A REDUÇÃO DE CAIXAS PERDIDAS POR VAZAMENTO EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO.

Rodrigo Hitoshi Yashiro

Departamento de Engenharia Mecânica

E-mail: rhyashiro@gmail.com

Resumo: O presente artigo tem como objetivo introduzir o leitor a um projeto de redução de caixas perdidas por vazamento de embalagens, com o foco em um Centro de Distribuição de uma indústria de produtos de limpeza. Para tanto, será realizado um projeto “Seis Sigma” utilizando a metodologia DMAIC, a fim de se analisar o problema e encontrar a solução para a mesma. Como a metodologia é complexa, a primeira parte deste trabalho será explicar a metodologia “Seis Sigma”, para depois, aplicar o método no projeto em questão.

Palavras chave: Controle de qualidade, administração da produção, embalagens, estatística (capacidade).

1. Metodologia DMAIC

O modelo “DMAIC” é um conjunto de ferramentas divididas em cinco fases, que são utilizadas para caracterizar e aperfeiçoar tanto os processos industriais, quanto os de negócios. Cada projeto deve completar as cinco fases na ordem cronológica, onde uma série de ações deve ser realizada em cada uma das etapas.

A primeira parte é “Definir” o problema conforme as estratégias executivas de uma empresa, visando atender sua parte operacional e as necessidades do consumidor.

Na fase de “Medir”, são determinar as características que influenciam o comportamento do processo através de medições e coleta de dados.

Na fase de “Analisar” os dados são analisados usando ferramentas matemáticas e estatísticas. Quando empregadas de acordo, consegue-se uma visão clara da variação no processo e de como limitá-la. A análise revela se um problema é real ou se é apenas um evento aleatório. Se o evento for aleatório, então não existe solução dentro da área de trabalho da metodologia “Seis Sigma”.

A próxima fase é Implementação da melhoria (“Improve”). Uma vez determinado se o problema é real e não um evento aleatório, as equipes de “Seis Sigma” procuram identificar as possíveis soluções. As soluções devem ser testadas para saber como interagem com outras entradas de variáveis, para desta forma a melhor solução ser escolhida para a implementação.

Por fim, a fase de “Controle” aplica ferramentas tradicionais e estatísticas para manter as melhoras adquiridas no processo. A ênfase é manter as entradas chaves do processo controladas para garantir que os processos de saídas chaves também estejam controladas.

O diagrama abaixo mostra o fluxo que deve ser seguido pela metodologia:

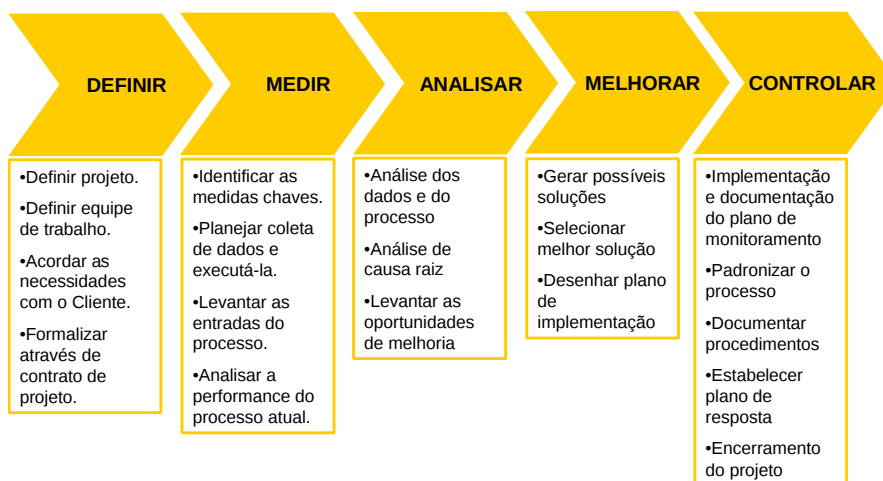


Figura 1: Fluxo da metodologia DMAIC

2. Introdução ao projeto

O presente trabalho foi baseado em uma parte de um projeto real realizado em uma indústria de bens de consumo, que envolve uma categoria conhecida como “HHC” (*House Hold Care*), que são basicamente os produtos de limpeza de casa, como alvejantes, águas sanitárias, limpadores, desengordurantes entre outros.

Este projeto nasceu devido a uma necessidade de uma série de planos de ação para contornar um crescente aumento nas reclamações de consumidor com os produtos citados anteriormente.

Como se trata de uma série de produtos diferentes, com diferentes tamanhos e variantes, foi necessário realizar discretizações das reclamações de consumidores através de uma ferramenta conhecida como diagrama de Pareto, a fim de analisar quais são as principais reclamações relacionadas a essa categoria de produtos.

A partir destas análises, os principais problemas relacionados com as reclamações dos consumidores foram levantados, e para cada uma delas foi planejada uma ação para tentar resolver ou amenizar esse problema, que envolveram planos de distribuição, ações de marketing visando ensinar os consumidores a utilizar os produtos de forma correta entre outros. Estes problemas possuem soluções diretas, que serão implementadas em breve.

O grande problema são as reclamações relacionadas à qualidade do produto de uma forma geral, que não possuem soluções óbvias, sendo necessário um estudo aprofundado do assunto a fim de se encontrar uma solução. Neste quesito, um problema encontrado a partir das reclamações de consumidor foi o vazamento de embalagens.

Mais uma vez, devido ao grande número de produtos, foi necessário realizar uma priorização para focar o estudo nos produtos mais críticos e em seus principais defeitos. Para isso foram realizados diagramas de Paretos, onde foi definido que o produto A de 2 litros e o Produto B de 1 litro juntos representariam 53% dos problemas de embalagens juntos, e a partir de outro diagrama de Pareto com os dois produtos juntos, foi possível verificar que 63% dos problemas de embalagem dos dois produtos juntos eram de vazamento.

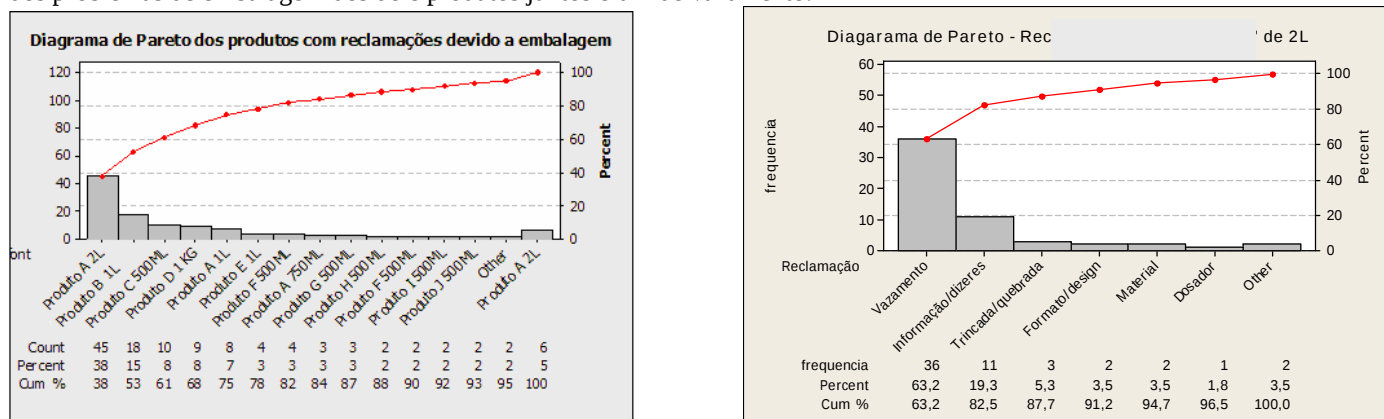


Figura 2: Diagramas de Pareto de reclamações devido à embalagem e principais reclamações em embalagem dos dois produtos mais críticos.

Após um estudo realizado em conjunto com o time de Qualidade, foi verificado que os mesmos dois produtos representam o principal problema de perdas de caixas no Centro de Distribuição devido a vazamento (Gráfico 1), o que gerava o maior índice de reprocesso na área, uma vez que para cada garrafa que vazava, outras 3 caixas adjacentes em média eram contaminadas.

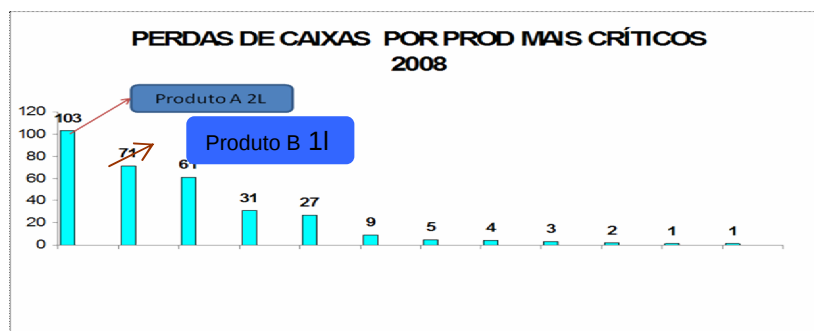


Gráfico 1: Numero de caixas perdidas no Centro de Distribuição por produto (de Jan/08 até Maio/08)

Desta forma, foi definido que o problema de vazamento das garrafas de 1 e 2 litros de Água Sanitária é um problema, e precisa ser resolvido. Para encontrar os motivos destes vazamentos foi escolhido tratar esse tema como um projeto “Seis Sigma”, com o enfoque na metodologia DMAIC, uma vez que as razões não eram conhecidas.

3. Aplicação da Metodologia DMAIC

3.1 – Fase Define

A fase “Define” foi concluída com sucesso, realizando todas as etapas chaves descritas pela metodologia. A primeira etapa foi a consolidação do time, composta por responsáveis pela Qualidade em terceiros (onde são envasados os produtos em questão), responsáveis pelo desenvolvimento de embalagens, uma pessoa responsável pela validação do cálculo financeiro, membros de qualidade assegurada do terceiro e uma pessoa responsável pela qualidade no fabricante das embalagens.

Uma vez definido o foco do projeto, para a consolidação do mesmo, foi realizado um “Project Chart” (carta de projeto), assinada pelo responsável, que no caso foi o gerente de Qualidade da empresa.

A ultima parte da primeira fase, foi à definição do cálculo financeiro que traria o projeto, que está descrito a seguir.

3.1.2 – Análise financeira

Uma vez definido o projeto, o primeiro passo é determinar o custo financeiro devido ao problema em questão. Esse levantamento foi realizado levando em consideração o número de caixas perdidas entre os meses de janeiro de 2007 e maio de 2008. Através dessa análise histórica, foi possível estimar o numero de caixas perdidas mensalmente. Uma vez definida o número de caixas perdidas, o custo devido à perda desses produtos seria a multiplicação entre o numero de caixas perdidas, pela quantidade de garrafas por caixa e o custo unitário de produção dessas garrafas multiplicado por 12 meses para se ter o custo anual.

Por ultimo, foi levantado o custo unitário por reclamação no Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) devido a problemas de vazamento das águas sanitárias e alvejantes. O serviço de inteligência do SAC enviou uma estimativa, levando em consideração o custo de transporte para recolher o material avariado e possíveis peças manchadas, custo da análise (realizados no IPT) para verificar se a reclamação é procedente ou não, ou seja, se a mancha foi realmente causada pelo produto, e o custo de reposição da peça manchada em casos procedentes, não importando o valor da mesma. A partir desse estudo, foi averiguado que o custo médio por reclamação do SAC devido a problemas de manchamento é aproximadamente R\$70,00 por ligação, o que não é um valor a ser desconsiderado. Através das análises de reclamações, foi possível estimar o numero médio de reclamações por manchamento por ano, e esse valor foi multiplicado pelo custo médio por atendimento do SAC. A soma dessas três estimativas resultou no custo total por ano devido a vazamento de água sanitária e alvejantes que resultou em aproximadamente R12.000,00 ano.

O custo levantado foi uma estimativa do custo total que envolve o problema de vazamento, que no caso, contemplou apenas as perdas absolutas de caixas e produtos no Centro de Distribuição e o custo da empresa devido a reclamações de vazamento desses produtos. É importante salientar, que custos de logística devido a retorno de caixas dos clientes, e custos ligados ao reprocesso dos produtos que vazaram no Centro de Distribuição não foram considerados por falta de informações, portanto o valor considerado é maior do que o levantado nesse estudo.

Como a meta do projeto é a redução em 50% o numero de caixas perdidas no centro de distribuição, o qual se espera que resolva por completo as reclamações devido a vazamento desses produtos, a estimativa de ganho desse projeto é de aproximadamente R\$ 8000,00.

3.2 – Fase Measure

A fase “Measure” foi o inicio da aquisição de informações, onde foi realizado um estudo de campo no Centro de Distribuição, no Terceiro onde os produtos são envasados e no fornecedor de garrafas.

Além disso, nessa fase houve o início das análises, onde algumas ferramentas, como FMEA (Matriz de Analises de Modos de Falha e seus Efeitos), Matriz de Causa e Efeito e Mapeamento do Processo foram utilizadas junto com a equipe de trabalho. Para caráter de esclarecimento, o FMEA foi realizado pela equipe, onde o principal contribuinte foi o responsável pela Qualidade em Terceiro, que acompanha o problema a pelo menos dois anos.

A partir dos resultados obtidos nesse levantamento de informações, foi possível determinar todas as variáveis que regem o processo. Para o primeiro levantamento foi utilizado como base o FMEA, onde foram listados todos os potenciais modos de falha. Não foi realizado um FMEA específico para cada tamanho de garrafa, desta forma, as variáveis encontradas são genéricas, o que levou a um outro estudo específico de variáveis para as diferentes garrafas. Esse estudo foi feito através de uma Matriz de Causa e Efeito.

Através do levantamento das variáveis, foi possível a separar as que são mensuradas em análises de rotina, e através de análise de Capacidade estatística de dados históricos, foi possível realizar a primeira filtragem de variáveis. Além disso, a partir das análises de campo, foi possível ponderar quais variáveis levantadas poderiam ou não ser consideradas relevantes para o processo, realizando assim mais uma filtragem nessa fase do DMAIC.

Uma vez que todas essas etapas descritas anteriormente foram consideradas criticas para o projeto, cada uma será detalhada nos próximos tópicos deste trabalho. A analise do sistema de medição, considerada importante nesta fase da metodologia, não é aplicável ao projeto em questão.

3.2.1 – Priorização de variáveis

A partir da Matriz de entradas críticas de cada processo, uma primeira priorização foi realizada, utilizando um diagrama de Pareto para cada matriz, considerando a proporção de acumulo de 30% para as variáveis menos significativas. Apesar de não usual, essa proporção foi levada em consideração como uma aproximação inicial, uma vez que foram levantadas um numero considerável de alternativas pouco representativas para o problema em estudo.

Comparando as variáveis priorizadas das garrafas de 1 litro e de 2 litros foi possível verificar através de uma análise comparativa, que o problema de vazamento na garrafa de 1 litro está relacionada principalmente a impurezas incrustadas na parede, enquanto que para a garrafa de 2 litros, o problema está relacionada com a estrutura da embalagem. Desta forma, uma análise estrutural mais profunda da garrafa de 2 litros foi realizada. O primeiro passo foi realizar o estudo de Capacidade de processo dos parâmetros que são mensurados no Controle de Qualidade. A partir dos dados históricos dos últimos dois anos, foi possível levantar os seguintes estudos para a altura do gargalo, peso da garrafa e o torque aplicado no rosqueamento da tampa. Os resultados foram os seguintes:

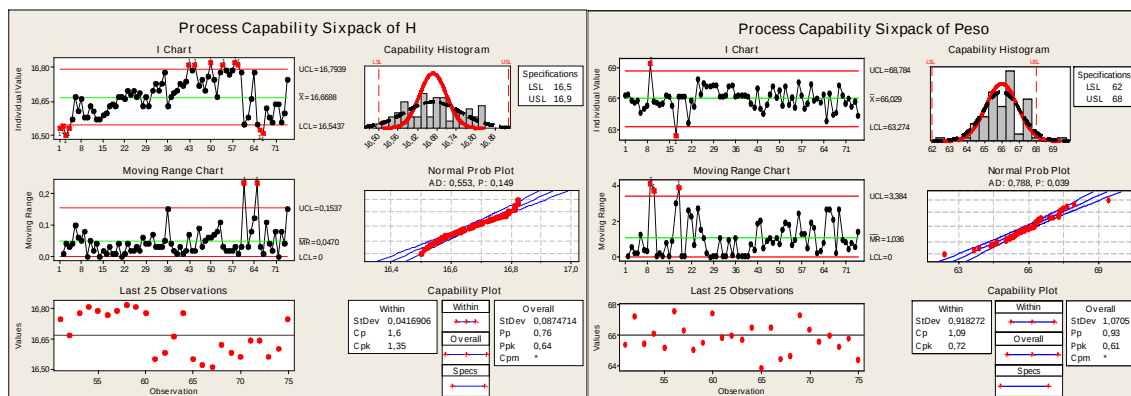


Figura 3: Cpk's calculados da altura do gargalo (medida H), Peso e Torque aplicado

Como padrão da empresa para a análise da capacidade estatística é utilizado o Cpk, pois não são todas as especificações que possuem limite inferior e limite superior de especificação. Desta forma, como aproximação para conhecer como se encontra o processo, pode-se utilizar esse índice.

Através de análise da ferramenta “Capability Sixpack” do Minitab, foi possível verificar a carta de processo, a distribuição dos pontos analisados através de um Histograma, sua normalidade (através de um gráfico de dispersão normal e o cálculo de seu “P-Value”), e os índices de capacidade estatística.

Para análise do problema em questão, o parâmetro primordial a ser analisado são os índices de capacidade, onde o Cpk é o principal valor a ser analisado. Via de regra, consideramos um Cpk maior do que um como sendo o mínimo para considerar o processo estável.

Para a altura do gargalo, como o Cpk obtido foi maior do que um, podemos considerar que o processo é estável. No caso do peso da garrafa, apesar do Cpk ser menor do que um (0,72), o Cp obtido foi maior do que um, o que representa um alto potencial em se atingir um processo estável, uma vez que o Cpk não foi muito menor do que o valor mínimo. Desta forma, pode-se considerar que existe pouca chance da garrafa ser fabricada com um peso menor do que o especificado.

Para o torque aplicado no rosqueamento da tampa, pode-se aproximar o Cpk obtido por um, uma vez que o resultado obtido foi muito próximo (0,98), o que implica que o rosqueamento também se encontra dentro da especificação.

Depois de analisados as capacidades de processo, foi possível verificar que a altura do gargalo, o peso da garrafa e o torque aplicado podem ser desconsiderados como contribuintes para o problema de vazamento da garrafa de 2 litros.

3.2.2 – Levantamento de dados no centro de distribuição

Uma vez levantado os possíveis pontos críticos do processo, foi realizada uma vistoria no Centro de Distribuição para levantar informações, averiguar quais são os problemas que ocorrem, e procurar outras variáveis que possam influenciar no processo e não foram contempladas.

Foram algumas visitas realizadas, e foi possível verificar que as caixas perdidas no CD de Água Sanitária de 1 litro e 2 litros possuem características distintas. Para as garrafas de 1 litro que foram encontradas vazando, a maioria ocorreu devido a impurezas incrustadas na parede da garrafa, que em contato com o hipoclorito do produto, formam “microfuros” o que resulta em vazamentos (figura 4).



Figura 4 – Garrafas com impurezas

No caso das garrafas de 2 litros, foram encontradas garrafas vazando com o topo amassado, garrafas cortadas ao meio, ou completamente deformadas, não sendo possível determinar uma causa específico para esse problema de vazamento.

3.2.3 – Levantamento de dados no terceiro

Durante cinco dias de produção de Água Sanitária, foi solicitado ao terceiro que separassem as garrafas com defeito encontradas no recebimento e garrafas que vazassem depois do envase. Foram considerados dois períodos de produção, sendo o primeiro do tamanho de 1 litro e em seguida do tamanho de 2 litros. Para ambos os casos foram retiradas garrafas com defeito durante o mesmo período, totalizando os 5 dias de produção.

Durante a produção de Água Sanitária de 1 litro, foram encontradas 120 garrafas com diferentes defeitos. Para mensurar qual é a proporção de cada defeito encontrado, foi montada uma tabela, onde cada garrafa foi analisada uma a uma. O resultados foram os seguintes: Garrafas com presença de impureza (48,5% dos defeitos encontrados), Garrafas com Microfuros (19%), Garrafas deformadas (8,3%) dos defeitos encontrados, Garrafas com rebarba (5,3%) e Garrafas com furos (2%).

A mesma análise foi realizada para a garrafa de 2 litros, no entanto no mesmo período, foram encontradas apenas seis garrafas com defeitos. Os defeitos encontrados foram os seguintes: Má formação do gargalo e garrafas cortadas. Uma vez que o número de garrafas de 1 litro encontrada com defeito foi muito maior que as de 2 litros, foi possível confirmar que o problema de vazamento das garrafas de 2 litros não está relacionado com o recebimento de material. Para confirmar essa suspeita, foi realizada uma pesquisa com os funcionários, que comprovaram que durante a produção de ambos os tamanhos, a garrafa de 1 litro é considerada crítica quanto ao recebimento, fato que não acontece na garrafa de maior.

3.2.2.7 – Problemas encontrados na paletização

Outro problema levantado durante o início do estudo, foi a possibilidade de ocorrer má paletização, que porventura pode gerar um esforço excessivo sobre as caixas e garrafas. Para verificar se tal fato procede, durante a vistoria de caixas perdidas devido a vazamento foi realizada uma análise no Centro de Distribuição focando a condição de paletização das caixas de Água Sanitária.

Foi verificado nessa auditoria que apesar da grande maioria dos Pallets seguirem o padrão de paletização correto, houve casos de desalinhamento do Pallet superior em relação ao inferior, caixas descentralizadas nos Pallets e caixas estufadas. A ocorrência desse ultimo problema explicitado foi muito maior que qualquer outro problema encontrado anteriormente, e ocorre apenas nas caixas do produto de 2 litros. Esse fato pode ser explicado devido a má sustentabilidade do conjunto caixa garrafa.

Como se trata de um produto de baixo valor agregado, o principal componente estrutural no empilhamento, que é a caixa, foi modificada varias vezes a fim de se reduzir seu custo, comprometendo sua rigidez estrutural. Para contornar a situação, uma parte do peso distribuído é dimensionado para ser sustentado pelo frasco, no entanto o abaulamento que ocorre na maioria das caixas de 2 litros sugere que os frascos não estão suportando o peso devidamente.

Para analisar esse fato, foi retirada uma caixa que se encontrava nessa situação (estufada), e as garrafas foram retiradas para verificar seu estado. Analisando as garrafas, foi possível verificar que as garrafas que se encontravam na região frontal da caixa encontravam-se com uma deformação plástica no gargalo, numa região conhecida como “fio de luz”, que consiste no espaço existente entre a tampa e a base do gargalo, enquanto que as garrafas que se encontravam na parte traseira da caixa não percebia-se tal fato.

Depois foi verificado que a região do “fio de luz” se mostrou crítica para o problema do vazamento das garrafas, pois o estresse gerado na região gera uma zona de tensão que em contato com o hipoclorito, pode resultar em furos e em casos críticos, decepamento do gargalo, fato que ocorre no Centro de Distribuição.



Figura 5 – Garrafa com deformação plástica no gargalo, garrafa sem deformação, garrafas decepadas.

3.3 – Fase Analize

A partir das informações levantadas na fase “Measure”, foi possível verificar que o problema das garrafa de 2 litros é distinto da garrafa de 1 litro.

No caso da garrafa menor, o problema se encontra no recebimento, uma vez que o numero de garrafas não conformes é representativo, e os mesmos problemas encontrados no terceiro, refletem no Centro de Distribuição. O principal problema encontrado foram os pontos de contaminação, que em contato com o hipoclorito, podem ocasionar o surgimento de microfuros, que posteriormente vão vazar nos centros de distribuição.

Para as garrafas de 2 litros, foi percebido que o problema é estrutural, relacionado principalmente com a estrutura da garrafa, uma vez que a caixa analisada se encontra dentro das especificações.

Uma vez definido essas diferenças, o estudo nesta fase será dividido em dois: O primeiro relacionado a garrafa de 1 litro, e o segundo relacionado com a garrafa de 2 litros. No entanto, antes será realizado um refinamento de variáveis a partir das informações das etapas anteriores que será explicitado a seguir.

3.3.1 – Refinamento das variáveis

A partir das análises realizadas na etapa Measure, foi possível verificar quais variáveis contempladas inicialmente poderiam ser desconsideradas para cada caso.

Para a garrafa de 1 litro, todas as variáveis relacionadas a sustentabilidade da caixa e garrafa foram desconsideradas, sobrando apenas variáveis relacionadas ao processo do fornecedor, uma vez que o problema foi detectado no recebimento das embalagens. As variáveis estão listadas a seguir de acordo com sua prioridade (determinada pela matriz de Causa e Efeito): Presença de pontos de contaminação, Presença de Microfuros, Vazamento na tampa tipo “Flip”.

Realizando a mesma análise para a garrafa de 2 litros, como foi verificado que o problema está relacionado com a estrutura da garrafa, todos os pontos relativos a contaminação foram desconsiderados, uma vez que não ocorre problema no recebimento desse material. Desta forma, o refinamento de variáveis ficou da seguinte forma: Presença de “fio de luz” devido a tampa mais curta, Pistão pneumático do alimentador pressionar o topo das garrafas, Pressão da válvula de enchimento muito alta, Empilhamento inadequado dos Pallets, Pistão do armador da caixa com pressão muito alta.

As variáveis “pistão pneumático pressionar o topo das garrafas”, “pressão de abertura da válvula de enchimento muito alta” e “Pistão do armador da caixa com pressão muito alta” são problemas relacionados ao processo de envase e encaixotamento no terceiro. O pistão do armador da caixa com pressão muito alta compromete as fibras das caixas diminuindo sua resistência. Tanto no processo de enchimento quanto no processo de frenagem das garrafas antes do envase, percebe-se que a pressão exercida no topo da garrafa gera um deslocamento do gargalo para baixo, que pode resultar em uma zona de estresse, que posteriormente, com o contato com o Hipoclorito, pode gerar vazamento.

Todas as variáveis remanescentes desse refinamento de variáveis precisam ser estudadas para conhecer sua influência no problema de vazamento.

3.3.2 – Estudo da garrafa de 1 litro

Para a garrafa de 1 litro, como foi verificado que o problema está relacionado ao recebimento, o fornecedor de embalagens foi contatado, e o projeto de redução de vazamento foi apresentado.

O primeiro questionamento foi a respeito das diferenças entre os processos e a especificações entre a garrafa de 1 litro e de 2 litros, uma vez que o problema de contaminação ocorre a priori a na garrafa de 1 litro.

Segundo o fornecedor, o processo é o mesmo, ocorrendo somente a troca de moldes. Desta forma, o próximo passo foi verificar se existe alguma diferença entre as especificações entre as garrafas. Levantando as duas especificações, foi possível perceber que a garrafa de 2 litros é composta por 98% PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e 2% de Máster Batch (responsável pela cor branca da garrafa), enquanto que a garrafa de 1 litro possui 88% de PEAD, 2% de Máster Batch e 10% de PEBD (Polietileno de Baixa Densidade). Buscando informações a respeito de ambos materiais, foi verificado que o PEBD possui propriedades físicas diferentes do PEAD, incluindo a temperatura de fusão que é 30 graus Celsius mais baixa que o Polietileno de Alta Densidade. Para comprovar esse fato, está em negociação um teste onde serão produzidas 2000 garrafas de 1l sem PEBD, e 2000 garrafas normais para controle, no entanto, até o fechamento deste relatório não houve previsão para a sua execução.

Outro ponto importante foi a verificação que grande parte das reclamações de vazamento dessa linha de água sanitária é relativo ao vazamento da tampa “Flip” da garrafa de 1 litro, sendo necessário um plano de ação para resolver esse problema.

3.3.4 – Estudo da garrafa de 2 litros

Para a garrafa de 2 litros, o principal ponto a ser analisado foi o fato da existência do espaço entre o fim da tampa e o início do gargalo (“fio de luz”). Após uma pesquisa interna, foi verificado que tal problema apareceu depois de um projeto de harmonização de tampas, onde foi trocada uma tampa antiga de 17,75 mm de altura, por uma tampa de 15,06 mm de altura. Apesar de ter propiciado economia para empresa, uma vez que a tampa menor já era utilizada para outras linhas de produtos, e seria possível negociação de um maior número de tampas (além de delistar uma tampa que só um produto utilizava), essa substituição gerou um efeito colateral que não foi analisado antes, que foi o “fio de luz” de aproximadamente 4 mm (figura6).

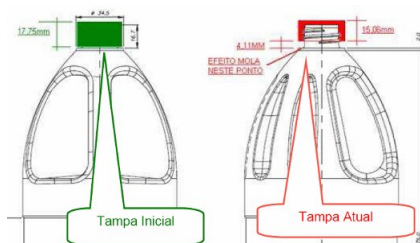


Figura 6 – Diferença entre a tampa antiga e a tampa nova

3.3.5 – Análise da compressão da garrafa

Para a análise de compressão da garrafa, foi utilizado um equipamento de compressão da marca Zwick modelo Z 2.5, onde foi utilizado o padrão de teste da empresa, que consiste em utilizar garrafas cheias de água até o início do gargalo, com uma velocidade de compressão de 10mm/min.

O critério para aquisição de dados é o seguinte: O valor a ser considerado é o primeiro onde ocorre um ponto de inflexão representativo, ou seja, assim que surgir a primeira concavidade perceptível, o teste deve ser interrompido e o valor do pico da concavidade deve ser considerado.

Para um teste preliminar, foram testadas somente uma garrafa com a tampa antiga (sem a presença do “fio de luz”), e uma garrafa com a tampa nova.

Depois de realizado os testes, os resultados foram de acordo com o esperado, de forma que a garrafa com a presença do “fio de luz” apresentou uma resistência a compressão muito menor do que a garrafa com a tampa antiga. O maior problema no entanto, foi o fato da garrafa com a tampa nova apresentar resultados de compressão abaixo da especificação recomendada pela empresa. Os resultados obtidos encontram-se a seguir (tabela e gráfico fornecido pela software):

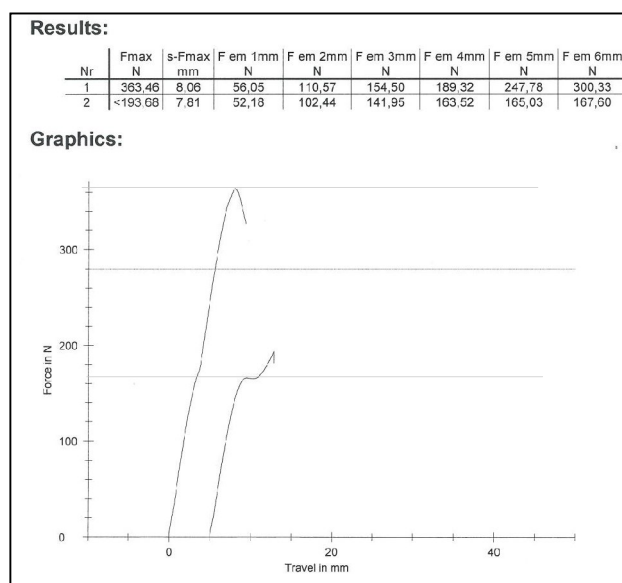


Gráfico 2 – Resultados do teste de compressão



Figura 7 – Equipamento utilizado no ensaio de compressão

3.3.6 – Estudo de capacidade estatística da tampa nova e testes de hipóteses

Para comprovar se de fato esse resultado é representativo, foi necessário realizar uma amostragem, e repetir o teste para pelo menos 15 garrafas. Desta forma, durante a produção das garrafas de 2 litros, foram separadas garrafas durante a produção, e foi realizado o mesmo teste de compressão com a tampa nova em cada garrafa. A partir dos resultados adquiridos, foi possível realizar um estudo de capacidade de processo, que confirmou o fato verificado anteriormente.

Todas as garrafas testadas com a tampa nova apresentaram valores de compressão inferiores ao especificado, e a partir do estudo de capacidade do processo, foi possível verificar que o valor de Cpk encontrado foi negativo (-5,28). Esse valor mostra que o processo apesar de robusto, sempre se encontra abaixo da especificação, sendo praticamente impossível pelo ponto de vista estatístico alguma garrafa estar dentro da especificação.

Além disso, para confirmar que a utilização da tampa antiga difere da utilização da tampa nova, foi realizado um teste de hipóteses comparando os resultados obtidos anteriormente (os 15 pontos analisados para o cálculo da Capacidade estatística da tampa nova), com outros 15 pontos obtidos a partir da mesma análise, desta vez com a utilização de outras garrafas com a tampa antiga.

O resultado comprovou que se trata de dois processos distintos, uma vez que o “P-Value” encontrado foi igual a zero. De modo geral, são considerados dois processos estatisticamente iguais (com um intervalo de confiança de 95%) quando o “P-Value” encontrado for igual ou maior a 0,05, o que comprova que de fato os dois processos são diferentes. Os valores obtidos foram os seguintes: Tampa antiga (sem “fio de luz”): Média = 354,6N e Desvio Padrão = 30,9N. Tampa nova (com “fio de luz”): Média = 158,57 e Desvio Padrão = 7,38N.

Abaixo encontra-se o “Boxplot” comparando as duas tampas. A partir dessa análise é possível perceber como são distintos a compressão da tampa antiga e a tampa nova.

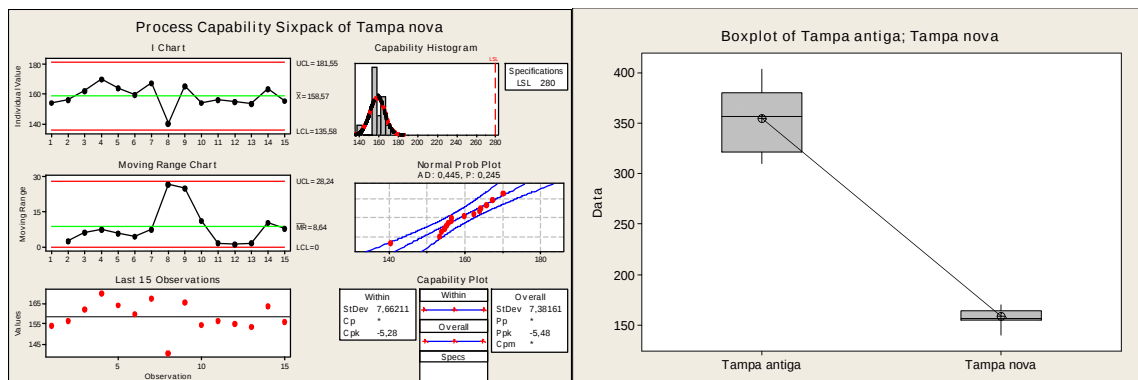


Figura 8: Capacidade de processo da tampa nova e teste de hipóteses comparando a tampa antiga e a nova

3.3.7 - Análise das variáveis relacionados ao processo no terceiro

Durante o processo de fabricação, como foi salientado anteriormente no trabalho, foi verificado que ocorre dois momentos onde a garrafa é estressada. O primeiro é durante o processo de envase, pois o equipamento utiliza pressão no topo da garrafa para a abertura da válvula de enchimento. O segundo processo é durante o processo de frenagem das garrafas antes de serem encaixotadas. Este processo consiste em um frenagem das duas garrafas que se encontram a frente na esteira através de um dispositivo pneumático que pressiona o topo das garrafas.

Para verificar se as variáveis relacionadas ao processo de envase e frenagem das garrafas no terceiro realmente influenciam no problema de vazamento das garrafas, foi desenhado um teste onde foram retiradas seis garrafas antes do envase (considerando a condição sem o estresse do processo de enchimento), seis garrafas logo após o envase e seis garrafas depois de passarem pelo processo de frenagem antes do encaixotamento (condição depois de passar pelos dois pontos de compressão).

Uma vez levantado todos esses pontos, foi realizado um teste de hipóteses com essas garrafas, e o resultado indicou que apesar da compressão suportada pela garrafa depois de passar pelos pontos de estresse no processo, não são significativas a ponto de se afirmar que se tratam de processos diferentes uma vez que ambos valores de “P-Value” foram maior do que 0,05 em comparação com a garrafa sem nenhum estresse.

Dessa forma, apesar de não serem o principal motivo do problema, reduzir o impacto gerado nas garrafas no processo, podem ajudar a minimizar os problemas de vazamentos nos Centros de Distribuição.

3.4 – Fase Improve

Nessa etapa da metodologia DMAIC, uma vez levantada todas as informações a respeito do problema de vazamento das garrafas, soluções foram propostas. Mais uma vez, como se trata de dois problemas distintos, as soluções foram separadas para os dois tamanhos de garrafa.

3.4.1 – Soluções para a garrafa de 1 litro

No caso da garrafa de 1 litro, como se trata de um problema de recebimento de embalagens, as mudanças propostas serão realizadas dentro do fornecedor, o que dificulta a sua implementação. De qualquer forma, com o início desse projeto, foi criada uma equipe dedicada interna para analisar todos os pontos de possíveis contaminações, e problemas de processo, fato que tem ajudado em redução parcial dos problemas de contaminação.

Como ação do projeto “Seis Sigma”, da fase “Analyze” ficou como pendência a execução do teste para verificar se existe alguma diferença entre as garrafas com a presença do PEBD e o PEAD. Assim que o teste for executado, caso confirme que o PEBD propicia o surgimento de impurezas devido a queima do material, existe uma proposta para a retirada desse material, confeccionando a garrafa somente com PEAD. A justificativa para utilização do PEBD é o fato da tampa tipo “Flip” possuir um “Squeeze” no bocal, o que justifica uma embalagem um pouco mais maleável. No entanto, devido a problemas relacionados à reclamação de consumidores devido a vazamento dessa tampa, que além de mais cara se comparada à utilizada em 2litros, ela foi uma substituição de emergência de outra mais problemática (portanto não é uma tampa bem projetada), criou-se um projeto para a troca da mesma, denominado “Projeto Gessinger”.

Com a troca dessa tampa, não existe mais a necessidade de uma embalagem maleável, portanto a utilização do PEBD se torna dispensável.

3.4.1.1 – Projeto Gessinger

O projeto Gessinger consiste na troca do gargalo da garrafa de 1 litro para a utilização da mesma tampa que é utilizada atualmente no produto de 2 litros e outras linhas de produtos. Além de acabar com o problema de reclamações devido a vazamento na tampa de 1 litro, esse projeto vai reduzir o custo de compra de tampas, pois além de delistar uma tampa que é utilizada somente para um produto, vai possibilitar aumentar o volume de tampas compradas renegociando o valor unitário.

Além disso, possibilita mudança de “Setup” mais rápido das máquinas, uma vez que as castanhas de rosqueamento das tampas nas garrafas não precisarão ser trocadas.

O esboço do projeto encontra-se a seguir (figura 9):



Figura 9: Tampa antiga e proposta de tampa nova

3.4.2 – Soluções para a garrafa de 2 litros

Para a garrafa de 2 litros, como foi verificado que o maior problema encontra-se na região do “fio de luz”, a equipe de desenvolvimento de embalagem, juntamente com o fornecedor de garrafas, estão desenvolvendo um novo postigo de gargalo para as garrafas de 2 litros. O postigo consiste no molde de gargalo, que é parafusado junto ao molde do corpo da garrafa. A idéia é reduzir a distância da base da tampa até a base do gargalo, redistribuindo uma pequena parte do material da garrafa como um todo para a região crítica superior, aumentando sua resistência nessa parte solicitada sem diminuir a resistência global da garrafa. Todas essas mudanças serão realizadas mantendo a garrafa dentro da especificação da empresa.

Infelizmente, até o final desse relatório, não estava disponível o “Mockup” (primeiro modelo dessa garrafa), no entanto, como se trata de uma melhoria, tanto para reclamações, quanto para segurança, esse projeto deve ser executado até metade do próximo ano.

Com essa mudança, espera-se uma redução nas reclamações devido a vazamento, e aumento da estabilidade da garrafa, evitando futuros incidentes de segurança relativos a queda de Pallets.

3.4.3 – Melhorias realizada no terceiro

Tendo em vista que o processo de envase do produto possa influenciar a compressão da garrafa de 2 litros, algumas modificações foram realizadas com relação as variáveis levantadas. Para o problema de má paletização, foi realizado treinamento dos funcionários para reeducação de como realizar a paletização de forma correta.

Para o caso do sistema de frenagem com pressão excessiva no topo das garrafas, como medida imediata foi reduzida a pressão do pistão pneumático, no entanto uma mudança do sistema de frenagem está em estudo pela equipe de engenharia.

Outro ponto que foi levantado no início do estudo foi o dispositivo de frenagem das caixas, onde o excesso de pressão danifica as fibras das mesmas. Para esse problema, foi introduzida no sistema uma barra horizontal, de forma que a pressão fique melhor distribuída ao longo da caixa.

Todas essas mudanças, apesar de pequenas ajudam a reduzir o problema no Centro de distribuição no caso da garrafa de 2 litros.

3.5 – Fase Control

A primeira parte da fase “Control” desse projeto consiste em realizar um plano de execução das implementações para que de fato ela ocorra. Nas próximas semanas que antecedem o fim de ano, serão realizadas reuniões com o time, para garantir continuidade do projeto no próximo ano. Uma vez que serão definidos como ocorrerá essas implementações, não será possível incluir essa parte no relatório.

Uma vez implementado, é necessário o acompanhamento da equipe de Qualidade para verificar se de fato as mudanças surtiram efeito, dessa forma, foi acordada que a partir do próximo ano, será realizado um acompanhamento mensal dos números de caixas perdidas no CD e reclamações de consumidores, todos relacionados a ambos os tamanhos de Água Sanitária.

Por fim, serão realizados quando necessário, treinamentos no Centro de Distribuição e no Terceiro quanto a Paletização dos produtos, para tentar minimizar qualquer eventual problema relacionado ao mesmo.

Uma vez que não foi possível implementar todas as mudanças até o presente momento em que esse relatório foi realizado, os resultados só serão observados no próximo ano.

3.6 – Conclusão do projeto

Apesar de não implementadas as melhorias, é possível dizer que até o presente momento, todas as etapas da metodologia DMAIC foram seguidas e que o projeto se desenvolveu conforme o esperado. Como balanço, foi possível dizer que a parte mais complexa foi realizada com sucesso, uma vez que encontrou-se a principal causa para o problema da garrafa de 2 litros, faltando a implementação das soluções, que também foram levantadas.

No caso do problema existente de contaminação na garrafa de 1 litro, pode-se dizer que apesar do estudo não ter sido completado, houve melhorias no fornecedor, mesmo que não explícitas, uma vez que os últimos levantamentos mostraram uma redução de garrafas com defeito no fornecimento.

Como ressalva, vale dizer que a grande dificuldade da execução do projeto nas garrafas de 1 litro, foi o fato de se tratar de um fornecedor que apesar de colaborar em muitos momentos, ofereceu certa resistência para contribuir de forma geral para que a metodologia “Seis Sigma” fosse aplicado em suas instalações. Tal fato se intensificou quando foi levantada como uma das possíveis razões da impureza o fato de contaminação proveniente da linha, questionando assim as práticas de higiene da empresa, além de se cogitar a utilização de reciclado em excesso nas garrafas, o que causou desconforto por parte dos mesmos. De qualquer forma, o balanço foi positivo, e como foi dito antes, uma equipe foi

criada para verificar problemas na linha, e reduzir o número de não conformidades. Apesar de não ter acesso a essas informações, foi possível dizer que houve melhorias de uma forma geral.

No caso das garrafas de 2 litros, o estudo finalizou com a descoberta do principal razão dos problemas de vazamento, que está diretamente relacionado com a estrutura da garrafa na região do gargalo. O ponto pendente foi a implementação da solução, que ficou a cargo da equipe de desenvolvimento de embalagens em conjunto com o fornecedor das garrafas. Infelizmente, devido ao grande porte da empresa, o projeto de desenvolvimento desse novo gargalo não foi considerado prioridade no momento, e o protótipo não ficou pronto até o fim do relatório, no entanto, será desenvolvido um plano de controle para esse projeto junto com o time, de forma que ele seja implementado o quanto antes. Como estimativa para o problema de compressão da garrafa de 2 litros, espera-se que a nova garrafa suporte uma compressão máxima similar a garrafa com a tampa antiga (sem a presença do “fio de luz”). Tal fato junto com as melhorias realizada no terceiro, e treinamentos para garantir a paletização correta, com certeza trarão resultados positivos para empresa.

A possibilidade de realizar esse projeto propiciou um grande aprendizado na área de qualidade, onde todas as ferramentas cabíveis foram utilizadas. Infelizmente os resultados não serão reportados neste momento, no entanto, uma vez implementados, a melhoria almejada é significativa.

6. Bibliografia

R.D. Snee & R.W. Hoerl, Leading Six Sigma: A Step-by-Step Guide Based on Experience With GE and Other Six Sigma Companies, Prentice Hall, 2003.

J.M. Juran e A.B. Godfrey, Juran's Quality Handbook, 5a. edição, McGraw-Hill, 1999.

BAYLE, P., FARRINGTON, M., SHARP B, HILD C., SANDERS D. Illustration Of Six Sigma Assistance On A Design Project. Quality Engineering, V.13 N.3, p.341-348, 2001.

Manuais da QS 9000. Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA): Manual de Referência. 1997.

CLAUSING, D. (1994). Better decisions. In: Total quality development: a step-by-step guide to worldclass concurrent engineering. 2.ed., Nova Iorque, The American Society of Mechanical Engineers. Cap. 3, p.60-73.

CLAUSING, D. (1994). The design. In: Total quality development : a step-by-step guide to worldclass concurrent engineering. 2. ed., Nova Iorque, The American Society of Mechanical Engineers. Cap. 5, p. 175-273.

COSTICH-SICKER, THERESE, 2002, The Black Belt Memory Jogger – A desktop guide for Six Sigma success, Editora EPSE.

BRASSARD, MICHAEL, 2000, The Problem Solving Memory Jogger, Editora Epse.

MARTINEZ, DANIEL, 2008, Six Sigma Green Belt, SEMAQ CG.

APPLICATION OF “SIX SIGMA” METHODOLOGY IN ORDER TO REDUCE DISCARDED BOXES DUE LEAKAGE IN DISTRIBUTION CENTERS

Rodrigo Hitoshi Yashiro

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Mello Moraes 2231, Cidade Universitária, CEP 05508-970 São Paulo/SP

E-mail: rhyashiro@gmail.com

Abstract. This project has the objective of reducing the number of discarded box in Distributions Centers in a company of cleaning products.

For the accomplishment of this project, the “Six Sigma” methodology was chosen, in order to find the best option for solve this issue, and looking for a financial gain.

As this methodology is complex, the first part of this work intend explain “Six Sigma” method. After the knowledge acquired, this method and tools are going to be applied in the respective project.

Keywords: Quality control, production management, package, statistics (capability).