

RAFAEL BACCARO KAZLAUSKAS

**Redução de incidentes de qualidade provenientes de um fornecedor do
segmento de auto peças através da utilização de ferramentas específicas**

**São Paulo
2014**

RAFAEL BACCARO KAZLAUSKAS

**Redução de Incidentes de Qualidade provenientes de um fornecedor através
da utilização de ferramentas específicas**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Especialista em
Gestão e Engenharia da Qualidade

Orientador: Prof. Dr. Adherbal Caminada
Netto.

São Paulo

2014

RAFAEL BACCARO KAZLAUSKAS

**Redução de Incidentes de Qualidade provenientes de um fornecedor através
da utilização de ferramentas específicas**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Especialista em
Gestão e Engenharia da Qualidade

Orientador: Prof. Dr. Adherbal Caminada
Netto.

São Paulo

2014

Dedico este trabalho a todos que me apoiam
e apoiaram ao longo de minha vida
acadêmica e profissional.

“Os sonhos são projetados por nosso arquiteto interior, mas a realização está em nossas mãos.”

Nietzsche

RESUMO

O mercado automotivo brasileiro está em constante crescimento e como consequência deste uma acirrada disputa para obtenção de uma maior fatia de mercado pelas montadoras presentes no país. Para obtenção desta fatia de mercado se faz necessária cada vez mais a melhoria da qualidade dos produtos adquiridos pelos clientes. O trabalho em questão tem como objetivo demonstrar um dos métodos utilizados para redução de problemas de qualidade gerados por um fornecedor da cadeia de fornecimento para este mercado. Para isto são utilizadas ferramentas como diagrama de Pareto, análise da árvore de fatores e cinco porquês. Por meio destas ferramentas é possível determinar um plano de ações e verificar a eficácia da implantação destes, finalizando, assim, o ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Corrigir).

Palavras-Chave: Diagrama de Pareto. Análise da árvore de fatores. Ferramenta dos Cinco Porquês. Plano de ações. PDCA.

ABSTRACT

The Brazilian automotive market is constantly growing and as a result of this, there is a close contest to win a larger market share by automakers (manufactures) in the country. To obtain this slice of the market becomes ever more necessary to improve the quality of products purchased by customers. This work aims to demonstrate one of the methods used to reduce quality problems generated by a supplier of this market. The used tools to obtain this issues reduction are: Pareto diagram, factor tree analysis and five whys tool. Through these tools were possible to determine a plan of actions and verify the effectiveness of deploying these, thus ending the PDCA (Plan, Do, Check, Act) cycle.

Keywords: Pareto diagram. Factor tree analysis. Five Whys tool. Action plan. PDCA..

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de Pareto para os defeitos referentes a um processo específico de injeção plástica.....	11
Figura 2- Diagrama de blocos de realização da análise de causas raiz.....	17
Figura 3 - Quantidade de problemas ocorridos por mês analisado.....	18
Figura 4- Quantidade de problemas ocorridos por setor produtivo.	21
Figura 5 - Quantidade de problemas ocorridos no setor de injeção plástica durante o período em análise.....	22
Figura 6 - Quantidade de problemas por mês após implementação das ações corretivas.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de Defeitos provenientes do processo de injeção plástica ...	10
Tabela 2 - Tabela padrão para registro dos fatores analisados através da análise da Árvore de fatores	12
Tabela 3 - Exemplo de preenchimento da tabela padrão para registro dos fatores analisados através da análise da árvore de fatores.	13
Tabela 4 - Análise dos cinco por quês para ocorrência da falha.	14
Tabela 5 - Análise dos cinco por quês para não detecção da falha.	15
Tabela 6- Quantidade de problemas ocorridos por mês analisado.	18
Tabela 7 - Cronograma de atividades.	19
Tabela 8 - Descrição dos problemas ocorridos durante os meses analisados.....	20
Tabela 9 - Quantidade de problemas ocorridos divididos por categorias.....	22
Tabela 10 - FTA para ocorrência do problema relacionado a quebra de peças durante a montagem.	23
Tabela 11 - FTA para não detecção do problema relacionado a quebra de peças durante a montagem.	24
Tabela 12 - FTA para ocorrência do problema relacionado a dificuldade de montagem durante o processo de injeção.....	24
Tabela 13 - FTA para não detecção do problema relacionado a dificuldade de montagem durante o processo de injeção.....	25
Tabela 14 - FTA para ocorrência do problema relacionado a falha de funcionamento durante teste funcional.	25
Tabela 15 - FTA para não detecção do problema relacionado a falha de funcionamento durante teste funcional.....	26
Tabela 16 - FTA para ocorrência do problema relacionado a peça fora de padrão visual estipulado pelo cliente.....	26
Tabela 17 - FTA para não detecção do problema relacionado a peça fora de padrão visual estipulado pelo cliente.....	27
Tabela 18 - FTA para ocorrência do problema relacionado a deformação em peças entregues ao cliente.....	27
Tabela 19 - FTA para não detecção do problema relacionado a deformação em peças entregues ao cliente.....	28
Tabela 20 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de quebra de peças durante montagem.....	29
Tabela 21 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de quebra de peças durante montagem.....	29
Tabela 22 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de dificuldade de montagem durante processo.....	30
Tabela 23 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de dificuldade de montagem durante processo.....	30
Tabela 24 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de falha de funcionamento durante teste funcional.....	31
Tabela 25 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de falha de funcionamento durante teste funcional.....	31
Tabela 26 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de peça fora do padrão visual estipulado pelo cliente.....	32
Tabela 27 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de peça fora do padrão visual estipulado pelo cliente.....	32

Tabela 28 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de deformação da peça entregue ao cliente.	33
Tabela 29 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de deformação da peça entregue ao cliente.	33
Tabela 30 - Relação entre problema ocorrido, causa raiz para ocorrência e para não detecção dos problemas.	34
Tabela 31 - Plano de Ações.	35
Tabela 32 - Plano de Ações Sistêmicas.	36

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

FTA	Factor Tree Analysis (Análise da Árvore de Fatores)
PDCA	Plan, Do, Check Act (Planejar, Fazer, Checar, Agir)
QCD	Quality, Cost, Delivery (Qualidade, Custo, Entrega)
QRQC	Quick Response to Quality Control (Resposta Rápida para Controle de Qualidade)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Objetivos	8
1.2. Relevância do trabalho.....	8
2. REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1. Diagrama de pareto.....	9
2.2. Análise da árvore de fatores.....	11
2.3. Cinco por quês	13
2.4. Plano de ações.....	15
3. METODOLOGIA.....	16
3.1. Levantamento de dados.....	17
3.2. Reunião com o fornecedor	19
3.3. Levantamento dos setores produtivos envolvidos.....	20
3.4. Análise da árvore de fatores – encontrando o fator para ocorrência e não detecção dos problemas.....	21
3.5. Análise da causa raiz dos problemas através da ferramenta dos cinco porques.....	28
3.6. Definição do plano de ações	34
3.7. Avaliação da eficácia das ações propostas.....	37
4. CONCLUSÃO	38
4.1. Sugestões para trabalhos futuros.....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

O segmento automotivo está em constante crescimento e o Brasil representa para grande parte das montadoras um mercado com ainda grande potencial de crescimento para os próximos anos. Consequentemente, diversas montadoras de automóveis estão aplicando grandes investimentos no país para abertura de novas fábricas. A intenção é obter uma fatia de mercado maior que a existente através da venda de veículos produzidos em outros países que hoje são importados, aumentando assim sua margem de lucro.

Segundo balanço da consultoria Jato Dynamics, com base nos emplacamentos feitos até Julho de 2013, o Brasil segue como o quarto maior mercado automotivo do mundo e já representa um valor superior a 18% do PIB da indústria brasileira, atraindo assim diversas montadoras de automóveis para o país. Desta maneira é necessário que estas empresas envolvidas na cadeia automotiva, como montadoras, empresas produtoras de auto-peças e fornecedoras destas, tornem-se cada vez mais competitivas, com menos custos gerados por falhas e com produtos de melhor qualidade. Marcas que atendem a estes quesitos sobressaem-se e aumentam a satisfação de seus clientes.

A empresa denominada neste trabalho como “organização A” é uma organização originalmente francesa, fundada em 1923 com atuação na área automotiva. É fabricante de peças como faróis, aparelhos de ar condicionado automotivo, limpadores de para-brisas, radiadores e motores de partida e sistemas de segurança, como maçanetas, fechaduras, cilindros de ignição, tendo como clientes grandes montadoras. Conta com aproximadamente 63 mil funcionários, em unidades espalhadas por mais de 120 fábricas, 21 centros de pesquisas, 40 centros de desenvolvimento e 10 centros de distribuição localizados em 27 países. O foco do presente trabalho será o relacionamento comercial e industrial entre a unidade produtora de sistemas de segurança e um de seus principais fornecedores de subcomponentes, denominado como “organização B”. Este fornecedor foi fundado no Brasil no ano de 1988 e conta com setores de estampagem de chapas metálicas, injeção plástica, usinagem e ferramentaria. Sua matriz está localizada também na França e fornece peças para diversos “sistemistas” das principais montadoras localizadas em vários países do mundo.

1.1. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é viabilizar redução na quantidade de incidentes provenientes de um fornecedor, por meio da utilização de ferramentas específicas da qualidade, como diagrama de Pareto, análise da árvore de fatores e cinco por quês. Através da utilização destes, serão priorizadas as principais causas raízes para incidentes de qualidade provenientes de um fornecedor específico, gerando um plano de ação e verificando a eficiência da implantação das ações.

1.2. RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Como já falado anteriormente, o constante crescimento de competitividade de mercado da indústria automotiva faz com que as organizações sejam obrigadas a se tornarem mais eficientes e eficazes. Dentro deste tema, podemos abordar a redução de custos provenientes a falhas internas e externas, demonstrada neste trabalho através da utilização de ferramentas de qualidade, com objetivo de redução de incidentes de qualidade, consequentemente a melhoria dos processos e controles envolvidos no processo de produção, ou seja, o trabalho busca de forma detalhada, demonstrar uma metodologia de redução de incidentes de qualidade em um fornecedor do setor de auto peças, fabricante de itens plásticos, estampados e usinados, além da posse de um setor de ferramentaria.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico serão introduzidas e explicitadas as principais ferramentas da qualidade utilizadas para alcançar o objetivo proposto no trabalho, com a obtenção de informações de literaturas disponíveis para pesquisa.

2.1. DIAGRAMA DE PARETO

O diagrama de Pareto consiste em um gráfico de barras verticais que ordena os fatores analisados (Behr, A, 2008). Estes fatores analisados devem possuir uma fonte confiável para que a análise possa ser realizada com a maior precisão possível para a situação. Para isto, a forma de obtenção dos dados deve ser determinada de forma eficaz para a situação. Seja através de lista de verificação, observação instantânea, entre outros. (MAUÉS, L, 1996.)

O diagrama de Pareto possui em seu eixo X os fatores a serem analisados; no eixo Y a frequência de ocorrência de cada um destes fatores, através dos dados obtidos com a análise previamente realizada. A ordenação dos fatores deve ser da esquerda para a direita, do que possuir maior frequência para o menor. (PALADINI, E, 2010)

Segundo Vieira (1999), as técnicas que devem ser utilizadas para que o Diagrama de Pareto se torne mais significativo para a análise de dados são:

- a) Realizar um levantamento de dados significativos, não baseados em apenas uma observação, uma vez que esta pode ser pontualmente influenciada por algum fator que não representa a situação real do processo;
- b) Verificar se a priorização dos problemas deve ser realizada com base em número de defeitos / ocorrências ou com base em seu custo; e
- c) Realizar uma análise dos principais problemas identificados através do Diagrama de Pareto, para que assim possa eliminar a causa raiz real dos mesmos e não apenas realizar uma correção paliativa para estes.

No caso da monografia, serão ordenados os incidentes de qualidade provenientes da organização B de sua maior frequência para a menor com o intuito da fácil visualização destes e, assim, a concentração de esforços e priorização na tomada de ações.

A ferramenta foi criada pelo italiano Vilfred Pareto, o qual, ao longo de sua vida, foi sociólogo, economista e político. Neste trabalho a principal utilização do Diagrama de Pareto será para a identificação dos principais setores problemáticos presentes na organização A e, em segundo lugar, para a identificação nestes setores, das principais causas raízes que permitiram a geração destes incidentes. Por meio dessas análises se torna mais fácil e prática a elaboração do plano de ações para resolução dos principais problemas. É importante citar que esta ferramenta é utilizada para análise de dados qualitativos.

Exemplo:

Para a construção de um diagrama de Pareto é necessário primeiramente definir os fatores a serem analisados e o tempo de análise. Após a obtenção dos dados, estes devem ser ordenados em um gráfico de barras de forma decrescente, ou seja, com os fatores de maior frequência de ocorrência para os com menores ocorrências. É importante que a frequência acumulada dos fatores analisados seja evidenciada no gráfico gerado.

Para a geração do gráfico, primeiramente deve ser construída uma tabela com os fatores analisados. Neste exemplo serão avaliados tipos de defeitos provenientes de um processo de injeção plástica, contabilizados durante o período de um mês.

Tabela 1 - Quantidade de Defeitos provenientes do processo de injeção plástica

Defeitos	Nº de defeitos	Frequência Acumulada
Excesso de rebarbas	7	46,7%
Falta de material	4	73,3%
Manchas	2	86,7%
Coloração fora do padrão	1	93,3%
Marca de queima de gases	1	100,0%
Presença de Bolhas	0	100,0%
Total	15	100,0%

Gerando o seguinte diagrama de Pareto:

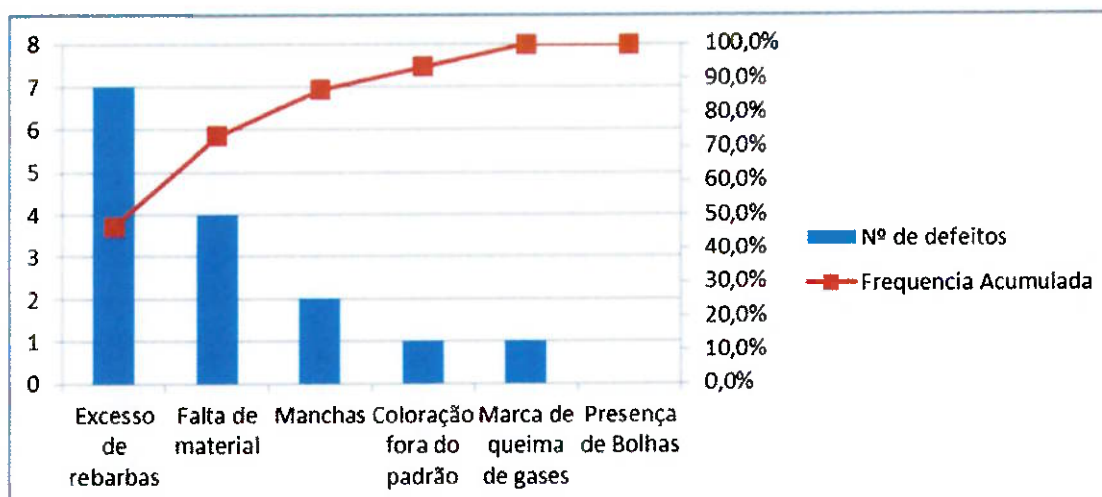


Figura 1 - Diagrama de Pareto para os defeitos referentes a um processo específico de injeção plástica

2.2. ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES

A análise da árvore de fatores é uma ferramenta determinística padronizada que possui como objetivo a definição dos fatores ocasionares de falhas, fornecendo bases objetivas para análises de sistemas, subsistemas, alterações em projetos, entre outros (MORELLO, M, 2005).

Através de análises sistemáticas sobre as falhas e suas consequências, a ferramenta possibilita a determinação dos fatores primários para a ocorrência destas. Desta maneira, a tomada de ações torna-se específica e aumenta a confiabilidade de processos e produtos. A construção desta árvore parte então das prováveis falhas de um sistema (evento topo) em direção a eventos mais simples e específicos, relacionados a estas (HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P, 1995).

A análise da árvore de falhas é utilizada em situações que se deseja a identificação das causas primárias das falhas através da elaboração de uma relação lógica entre estas e falha final do produto ou processo. O enfoque é dado a falha final do sistema. (GUERRERO, V.; ROZENFELD, H., 2013)

Segundo Ramakumar (1993), os principais objetivos para a utilização da análise da árvore de fatores são:

- a) Estabelecimento de padrão para análise das falhas provenientes do meio estudado;
- b) Verificação da confiabilidade de produtos e processos;
- c) Simplificação das informações envolvidas nas falhas do sistema para uma melhor resolução destas; e
- d) Estudo dos modos de falha do sistema, de maneira dedutiva.

Para o trabalho em questão, a ferramenta foi utilizada no padrão já previamente determinada pela organização A, com o seguinte formato em planilha de registro e análise:

Tabela 2 - Tabela padrão para registro dos fatores analisados através da análise da Árvore de fatores

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA OCORRÊNCIA / NÃO DETECÇÃO <i>Por que o problema ocorreu/ Por quê o problema não foi detectado</i>							
PROBLEMA							
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES

- 4M: Neste campo é selecionado o tipo de análise a ser realizada para o fator descrito entre os 4M (Máquina, método, mão de obra ou Material).
- Fator: Para este é descrito o fator ou característica do item a ser analisado.
- Ponto de Controle: O ponto de controle é o método já utilizado pela organização para garantir que o fator está de acordo com a especificação. Caso não exista um ponto de controle adequado, este deve ser descrito como é realizado, mesmo que fora dos padrões.
- Padrão: É o padrão já previamente determinado para o fator em análise.
- Peça boa: Situação das peças boas em relação ao fator analisado.
- Peça ruim: Situação das peças ruins ocasionadoras do incidente de qualidade, reportado pelo cliente ou detectadas internamente.
- Causa Potencial: Através de conhecimentos técnicos do processo, neste deve ser citada a provável causa para ocorrência do problema, caso seja evidenciado que o fator em estudo é um potencial para a ocorrência ou não detecção da falha de processo.

Após a avaliação e identificação de diversas causas potenciais para ocorrência do problema, este deve ser utilizado na técnica dos cinco por quês, explicitada no próximo tópico, para que assim possa ser encontrado o evento mais simples e específico, ocasionador do problema.

Exemplo:

Tabela 3 - Exemplo de preenchimento da tabela padrão para registro dos fatores analisados através da análise da árvore de fatores.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA OCORRÊNCIA / NÃO DETECÇÃO <i>Por quê o problema ocorreu/ Por quê o problema não foi detectado</i>							
PROBLEMA				Problema funcional do componente após montagem do conjunto do cliente.			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Material	Dimensão das rebarbas das peças produzidas	Set up do processo de acordo com a ficha de set-up definida previamente e peça padrão.	Peças isentas de rebarbas (0mm)	Peças isentas de rebarbas (0mm)	Peças com rebarbas detectadas visualmente (1,5mm)	Nível de rebarbas fora do padrão definido previamente pelo cliente.	O cliente não permite a produção de peças com rebarbas, pois estas afetam a funcionalidade do conjunto montado.

Através da definição do provável fator para a ocorrência do problema no cliente como o excesso de rebarbas, este fator será utilizado na ferramenta de cinco por quês, definido a seguir, com finalidade de determinação da causa mais básica (causa raiz) para a ocorrência deste.

2.3. CINCO POR QUÊS

A técnica dos cinco por quês teve origem na empresa Toyota no Japão e utilizada para realização de análise crítica de um determinado problema para que, através deste, encontre a causa mais profunda para acontecimento deste problema, sua causa raiz (ASCENSÃO, J., 2008). Somente após a identificação da causa raiz para a situação analisada através desta técnica, deve ser realizada a pergunta "Como fazer para resolver este problema?", e assim é gerado o plano de ações para resolução das causas dos problemas. (Slack et al, 1997; Shingo, 1988).

Estima-se que com a tomada de ação sobre a real causa para acontecimento do incidente, este não deve se repetir por este mesmo motivo, uma vez que o fator ocasionador da falha é extinto.

É importante que a análise seja realizada juntamente com uma pessoa que possui profundo conhecimento do processo em questão, já que é necessária uma boa visão deste para que se chegue a verdadeira causa do problema. Para obtenção de certeza quanto a respostas dos por quês, é aconselhável que seja realizado o registro da evidência para cada determinação de causa. A análise da causa para acontecimento do problema e a análise da causa para não detecção do mesmo podem ser realizadas através deste tipo de ferramenta, como será demonstrado no exemplo abaixo.

Exemplo:

Como exemplo, será utilizado, para o caso do processo de injeção plástica, o tipo de problema pré determinado com a maior frequência de ocorrência citado no item 2.1, no caso, o excesso de rebarbas. A seguir é possível ver primeiramente o exemplo relacionado a técnica do 5 por quês para a determinação da causa raiz para a ocorrência do problema (tabela 4) e, logo a seguir, a mesma ferramenta utilizada para a determinação da causa raiz para não detecção deste problema.

Tabela 4 - Análise dos cinco por quês para ocorrência da falha.

OCORRÊNCIA	
Problema	Nível de rebarbas encontrados em peças estão fora do padrão pré definido.
1º Por quê	Há excesso de rebarbas nas peças provenientes do processo de injeção plástica.
Evidência	Através de peça retornada pelo cliente.
2º Por quê	Pressão de injeção acima do suportado pela ferramenta e força de fechamento da injetora.
Evidência	Conhecimento técnico. Excesso de rebarbas nas peças.
3º Por quê	Ferramenta com desgaste nas regiões de fechamento.
Evidência	Análise crítica da ferramenta.
4º Por quê	Não foi realizada a manutenção preventiva da ferramenta pela ferramentaria.
Evidência	Entrevista com supervisor da ferramentaria.
5º Por quê	Não existe um plano de manutenção preventiva para a ferramenta em questão.
Evidência	Cronograma de manutenção preventiva não contempla a ferramenta em questão.

Tabela 5 - Análise dos cinco por quês para não detecção da falha.

DETECÇÃO	
Problema	Nível de rebarbas encontrados em peças estão fora do padrão pré definido.
1º Por quê	Operador não detectou excesso de rebarbas nas peças após processo de injeção.
Evidência	Peça fora do padrão
2º Por quê	Não foi realizada inspeção da peça pelo operador para este tipo de problema.
Evidência	Através da análise dos registros de inspeção.
3º Por quê	Não foi previsto o problema anteriormente para este processo.
Evidência	Plano de controle.
4º Por quê	FMEA não contempla este tipo de problema para o processo em questão.
Evidência	Análise do FMEA.
5º Por quê	A confecção do FMEA foi realizada por apenas uma pessoa, sem conhecimento profundo do processo.
Evidência	Análise do FMEA e não existência de reuniões de análise de FMEA com equipe especializada / multifuncional.

Através das análises serão geradas ações voltadas para eliminação das reais causas raízes dos problemas, tanto para ocorrência como para falha em sua detecção.

2.4. PLANO DE AÇÕES

Após coleta, análise e determinação dos principais fatores para ocorrência das falhas de processo, tanto de produção, como de detecção de problemas, é definido um plano de ação para melhoria destes e eliminação das falhas previamente analisadas.

O plano de ações é o planejamento de todas as ações para atingimento de um resultado desejado. Através dele são definidos ações, prazos e responsáveis para realização das ações determinadas. Neste são priorizadas as ações de acordo com a necessidade da ágil implantação destas.

Após a implantação do plano de ações, estas devem ser avaliadas para verificação e eficácia e, se necessário, tomada de novas ações.

3. METODOLOGIA

O trabalho de resolução de problemas relacionados ao fornecedor “organização B” se deu através da utilização de uma série de ferramentas apresentadas no capítulo 2, Revisão da literatura.

Para que as ferramentas pudessem ser utilizadas de forma adequada, foi necessário um levantamento de dados que exemplificasse a descrição de cada um dos problemas ocorridos durante o fornecimento de peças. Para isto, através do sistema QCD (Qualidade, Custo, Entrega), existente na “organização A”, foram levantados dados de produtos comprados que apresentaram falhas, provenientes deste fornecedor durante os 6 meses anteriores a realização da atividade de melhoria nos processos do fornecedor.

O sistema QCD é um sistema que registra os dados de Qualidade, custo e entrega de cada um dos fornecedores presentes na carta de fornecedores da Organização A. Para a realização a atividade mencionada neste trabalho, foram utilizados apenas dados de Qualidade dos Produtos comprados deste fornecedor. Para isto, na ocorrência de qualquer problema de qualidade, detectado visualmente, através de falhas de processo, ou até mesmo em campo, são registrados em tal documento. Através destes registros é possível verificar a quantidade de falhas e peças defeituosas originárias de um fornecedor, em um período definido.

Previamente à utilização destas ferramentas, foi definida uma série de atividades a serem seguidas, para que o objetivo fosse atendido de forma mais eficaz possível. Estas atividades pré definidas são descritas através do diagrama de blocos apresentado a seguir:

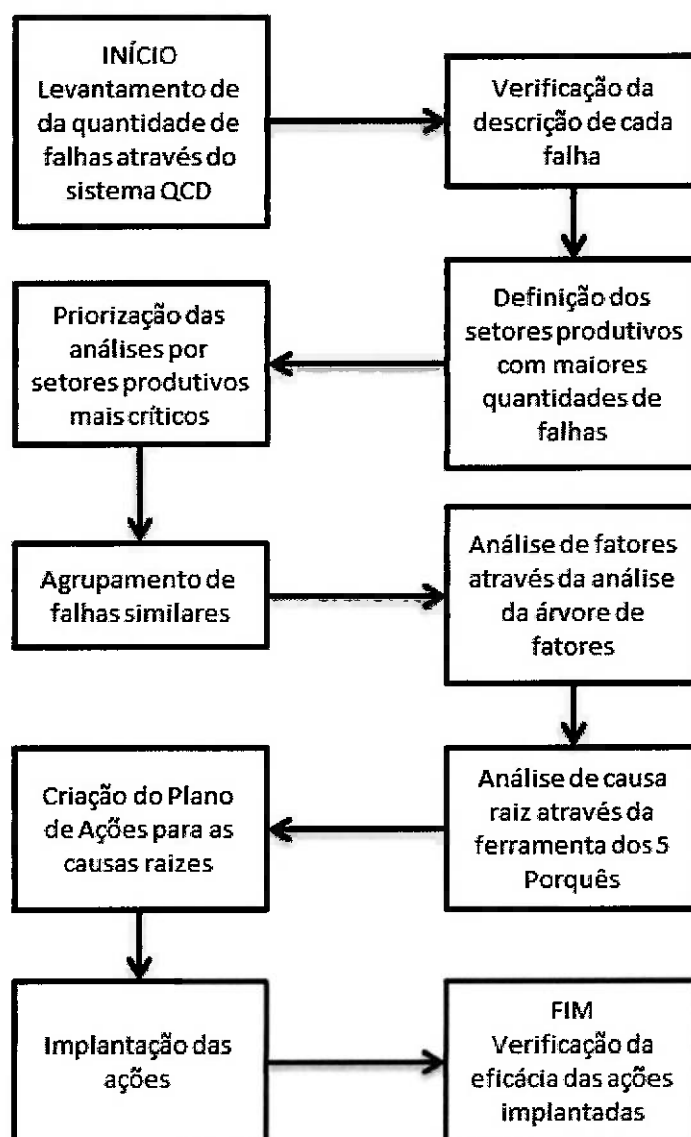


Figura 2- Diagrama de blocos de realização da análise de causa raiz.

Através do seguimento do diagrama de blocos é possível a realização das atividades de forma correta, da primeira vez realizada, não sendo necessários retrabalhos por falta de dados, gerados pela falta de planejamento.

3.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

Através do sistema QCD, citado anteriormente, foram levantados os dados referentes aos produtos defeituosos fornecidos pela organização B, durante um período de 6 meses entre Julho a Dezembro de 2011. Abaixo é possível visualizar a quantidade de problemas relacionados ao fornecedor, durante o período citado.

Tabela 6- Quantidade de problemas ocorridos por mês analisado.

Mês	Quantidade de problemas
Julho	1
Agosto	2
Setembro	3
Outubro	3
Novembro	5
Dezembro	5

Gerando o seguinte gráfico:



Figura 3 - Quantidade de problemas ocorridos por mês analisado.

Conforme é possível ver através do gráfico anterior, o fornecedor apresentou uma piora significativa no nível de qualidade das peças vendidas, ocasionando assim maiores problemas de processo, reclamações de cliente, no caso, montadora, e até mesmo problemas relacionados à garantia. Por este motivo foi decidido o contato com o fornecedor, e através de uma metodologia de parceria, focando esforços para resolução dos problemas em sua causa raiz, para que assim diminuíssem de forma significativa sua chance de recorrência.

3.2. REUNIÃO COM O FORNECEDOR

Para apresentação dos problemas ao fornecedor de forma oficial, foi necessária a realização de uma reunião inicial, nas dependências da Organização B, envolvendo os responsáveis pelos departamentos de qualidade, produção e comercial.

Neste evento foram apresentados os dados obtidos através do sistema QCD, já descritos no tópico anterior, porém, também exemplificando os custos extras ocasionados por estes problemas, levantados pelo departamento de compras da Organização A. A intenção desta foi a concordância por parte do fornecedor da necessidade de tomada de ações para resolução destes problemas que estavam afetando ambas as empresas, para que assim fossem concentrados esforços para resolução destes, sendo que por consequência, ocorreria uma melhoria de forma genérica em todos os processos envolvidos.

Nesta mesma reunião foi definido um cronograma macro para realização das atividades pretendidas, conforme evidenciado a seguir:

Tabela 7 - Cronograma de atividades.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES											
ITEM	ATIVIDADE	ANO - 2012									
		FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	
1	IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS POR SETOR - DIAGRAMA DE PARETO	▼▼									
2	ANÁLISE DOS FATORES - ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES		▼▼								
3	DEFINIÇÃO DE CAUSA RAÍZ PARA OS PROBLEMAS		▼	▼							
4	DEFINIÇÃO DO PLANO DE AÇÕES			▼							
5	IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÕES										
6	VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES					▼					▼

Página 1

3.3. LEVANTAMENTO DOS SETORES PRODUTIVOS ENVOLVIDOS

Conforme já mencionado no trabalho, a organização B conta com diversos tipos de setores produtivos, como: injeção plástica, estamparia, usinagem, além do setor de ferramentaria, que exerce uma atividade de suporte aos outros setores, construindo novas ferramentas e realizando a manutenção das já utilizadas em produções em série.

Primeiramente foram definidos os setores produtores dos problemas evidenciados pela organização A. Para isto foi utilizado a descrição de cada um destes problemas ocorridos nos 6 meses analisados, conforme segue:

Tabela 8 - Descrição dos problemas ocorridos durante os meses analisados.

Mês	Descrição do Problema
Julho	Impossibilidade de montagem da peça plástica.
Agosto	Peça plástica com aparência fora do especificado.
	Rebarbas presentes em item metálico, dificultando montagem.
Setembro	Quebra de peça plástica após montagem.
	Trinca aparente, comprometendo integridade da peça plástica.
	Pino usinado fora de dimensional.
Outubro	Quebra de peça plástica durante utilização do veículo por usuário final.
	Item plástico faltando pinos de encaixe. Falha de Injeção.
	Item aparente fora do padrão de aparenciadefinido. Peça plástica.
Novembro	Peça plástica apresentando dificuldade de acionamento durante teste funcional.
	Dificuldade de montagem de peça plástica.
	Peça plástica apresentando dificuldade de acionamento durante teste funcional.
	Item estampado com curvatura fora do ângulo especificado.
	Quebra de peça plástica após montagem.
Dezembro	Retorno de garantia devido quebra de peças plásticas em campo.
	Item plástico impossibilitando montagem.
	Item plástico com deformação em furo estrutural. Falta de material.
	Dificuldade de montagem de peça plástica.
	Dificuldade de acionamento de peça plástica após montagem.

Através da análise de cada uma das descrições e conhecimento do fornecedor, foi possível avaliar a quantidade de problemas ocorridos por setor produtivo, para que assim fosse possível priorizar as atividades de correção dos

problemas. A divisão da quantidade de problemas por setor produtivo se deu da seguinte maneira:

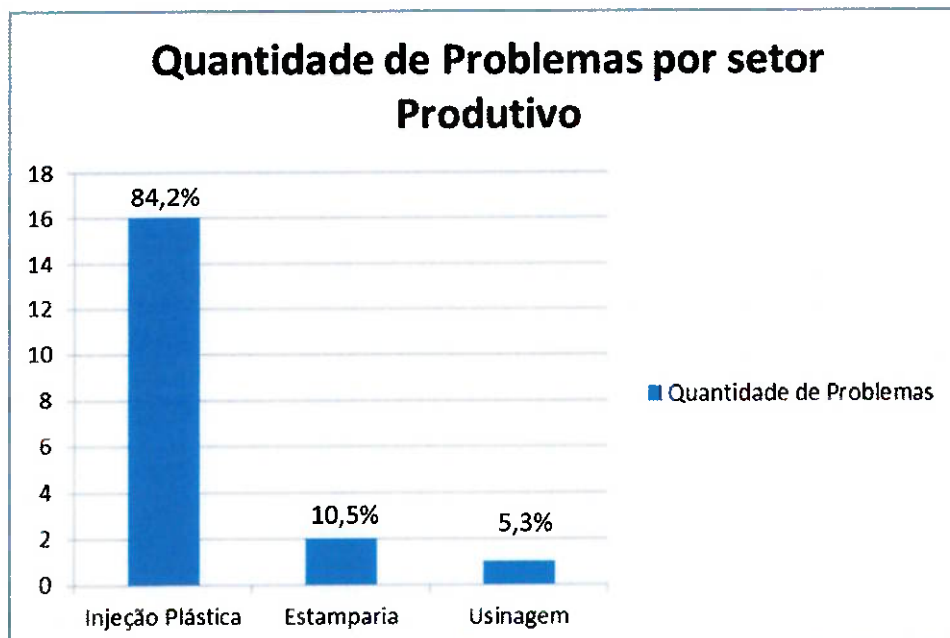


Figura 4- Quantidade de problemas ocorridos por setor produtivo.

Através do gráfico gerado, foi possível perceber que a grande maioria das falhas foram geradas através do setor de injeção plástica. Neste caso, informação plausível, uma vez que tal setor havia sido implantado na organização B a um período curto, se comparado com os outros, como, por exemplo, o setor de estamparia de chapas metálicas, setor pioneiro desta organização.

3.4. ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES – ENCONTRANDO O FATOR PARA OCORRÊNCIA E NÃO DETECÇÃO DOS PROBLEMAS.

Conforme já evidenciado, o setor de injeção plástica demonstrou ser o setor principal gerador de problemas da organização e, por este motivo, foi o foco das atividades realizadas em conjunto com o fornecedor.

O próxima etapa para o caminho ao encontro das causas raízes dos problemas gerados pelo fornecedor foi a utilização da ferramenta de análise da árvore de fatores, conforme previsto por cronograma. Para cada descrição de problema, através de conhecimento técnico por parte do fornecedor, além de

utilização de registros e entrevistas com operadores, foi possível definir para cada uma destas, o principal fator ocasionador da falha. Através do fator para ocorrência do problema, é possível a análise dos 5 Porques para verificação da real causa raiz dos problemas.

Para que a atividade fosse realizada de forma mais eficiente, problemas com descrição similares e passíveis de agrupamento foram analisados através da análise da árvore de fatores de forma conjunta. Os problemas foram agrupados da seguinte forma:

Tabela 9 - Quantidade de problemas ocorridos divididos por categorias.

Tipo de Falha (Injeção Plástica)	Quantidade
Quebra da peça	5
Falha na montagem	4
Dificuldade de acionamento	3
Fora de padrão de aparência	2
Deformação	2

Gerando o seguinte gráfico, para auxílio visual:



Figura 5 - Quantidade de problemas ocorridos no setor de injeção plástica durante o período em análise.

Através das descrições iniciais obtidas através da junção dos problemas, foi utilizada a ferramenta descrita neste tópico para avaliação dos fatores potenciais para ocorrência para cada tipo de problema, As análises encontram-se desmembradas, para cada tipo de problema, conforme segue:

- Quebra de Peças

Tabela 10 - FTA para ocorrência do problema relacionado a quebra de peças durante a montagem.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA OCORRÊNCIA Por quê o problema ocorreu							
PROBLEMA				Peças apresentando quebras/trincas durante montagem ou durante utilização em campo			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Método	Método de montagem	Instrução de Trabalho	Montagem deve ser realizada de acordo com instrução de trabalho previamente definida	Montagem Realizada de acordo com Padrão definido por instrução de trabalho	Montagem Realizada de acordo com Padrão definido por instrução de trabalho	-	Não é fator para ocorrência do problema uma vez que peças ruins são produzidas seguindo o padrão de montagem.
Máquina	Quantidade de Material Injetado por peça	Através de controle de injeção por tempo, definido em setup de máquina	Injetora plástica devidamente calibrada	Injetora plástica com calibração de seus parâmetros dentro do prazo de validade	Injetora plástica com calibração de seus parâmetros dentro do prazo de validade	-	Injetora com calibração dentro do prazo de validade.
Mão de obra	Setup de Máquina	Instrução e Registro de Setup	Setup deve ser realizado e registrado de acordo com o definido por padrão	Registros evidenciam a correta utilização dos parâmetros de setup	Registros evidenciam a correta utilização dos parâmetros de setup	-	Sem evidências de utilização de parâmetros fora de especificação
Material	Material utilizado de acordo com especificação de desenho	Desenho 2D	PA 6 (30% Fibra de Vidro)	PA 6 (30% Fibra de Vidro)	PA 6 (30% Fibra de Vidro) e contaminação de POM	Contaminação de Material durante Injeção	Através de análises químicas foi possível evidenciar a contaminação por outro tipo de material, durante o processo de Injeção, contribuindo com a perda de propriedades físicas do item.

Tabela 11 - FTA para não detecção do problema relacionado a quebra de peças durante a montagem.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA NÃO DETECÇÃO							
Por quê o problema não foi detectado							
PROBLEMA				Peças apresentando quebras/trincas durante montagem ou durante utilização em campo			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Mão de Obra	Deteção de peças injetadas com material fora de padrão	Verificação Visual	Peças verificadas visualmente quanto a presença de manchas	Peça verificada visualmente e sem manchas	Peça verificada visualmente e sem manchas	-	Método de verificação visual não é eficaz, porém não é viável realização de análises químicas para peças de produção.
Método	Controle de Limpeza da máquina trituradora de reciclados	Não há padrão de limpeza para as máquinas trituradoras	Trituração das peças de acordo com ordem de chegada	Trituração das peças de acordo com ordem de chegada	Trituração das peças de acordo com ordem de chegada	Controle limpeza da máquina trituradora de reciclados não é adequado	Pode ocorrer contaminação entre materiais durante a troca do tipo de material a ser moldo

- Dificuldade de montagem

Tabela 12 - FTA para ocorrência do problema relacionado a dificuldade de montagem durante o processo de injeção.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA OCORRÊNCIA							
Por quê o problema ocorreu							
PROBLEMA				Impossibilidade de montagem das peças			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Método	Método de montagem	Instrução de Trabalho	Montagem deve ser realizada de acordo com instrução de trabalho previamente definida	Montagem Realizada de acordo com Padrão definido por instrução de trabalho	Montagem Realizada de acordo com Padrão definido por instrução de trabalho	-	Não é fator para ocorrência do problema uma vez que peças ruins são produzidas seguindo o padrão de montagem.
Material	Dimensão crítica de montagem do item	Desenho 2D	De acordo com especificação presente em desenho 2D	De acordo com especificação presente em desenho 2D	Dimensão crítica de montagem fora da dimensão especificada por desenho	Dimensão crítica de montagem divergente da especificação dimensional	Para casos de impossibilidade de montagem, foi sempre evidenciada divergência dimensional entre peça e especificação.

Tabela 13 - FTA para não detecção do problema relacionado a dificuldade de montagem durante o processo de injeção.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA NÃO DETECÇÃO <i>Por quê o problema não foi detectado</i>							
PROBLEMA				Impossibilidade de montagem das peças			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Mão de Obra	Verificação das dimensões críticas de montagem	Plano de controle previamente definido	Realização do controle de processo de acordo com definição de plano de controle	Realização do controle de processo de acordo com definição de plano de controle	Realização do controle de processo de acordo com definição de plano de controle	-	Foram evidenciadas em registro o controle adequado das cotas previamente definidas
Método	Definição de cotas críticas a serem controladas	PFMEA	Cotas de controle definidas a partir de FMEA realizado pelo fornecedor	Controle das dimensões críticas adequadas	Cota crítica não definida em PFMEA como cota crítica de controle	Definição de cotas críticas não é eficaz	O Fornecedor definia em seu plano de controle as cotas críticas a serem controladas sem o auxílio do cliente, tendo percepções divergentes sobre a criticidade de cada dimensão.

- Falha de funcionamento

Tabela 14 - FTA para ocorrência do problema relacionado a falha de funcionamento durante teste funcional.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA OCORRÊNCIA <i>Por quê o problema ocorreu</i>							
PROBLEMA				Dificuldade de acionamento durante realização de teste funcional			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Método	Método de montagem	Instrução de Trabalho	Montagem deve ser realizada de acordo com instrução de trabalho previamente definida	Montagem Realizada de acordo com Padrão definido por instrução de trabalho	Montagem Realizada de acordo com Padrão definido por instrução de trabalho	-	Não é fator para ocorrência do problema uma vez que peças ruins são produzidas seguindo o padrão de montagem.
Material	Dimensão crítica de montagem do item	Desenho 2D	De acordo com especificação presente em desenho 2D	De acordo com especificação presente em desenho 2D	Dimensão crítica de montagem fora da dimensão especificada por desenho	Dimensão crítica de montagem divergente da especificação dimensional	Para casos de impossibilidade de montagem, foi sempre evidenciada divergência dimensional entre peça e especificação.

Tabela 15 - FTA para não detecção do problema relacionado a falha de funcionamento durante teste funcional.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA NÃO DETECÇÃO <i>Por quê o problema não foi detectado</i>							
PROBLEMA				Dificuldade de acionamento durante realização de teste funcional			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Mão de Obra	Verificação das dimensões críticas de montagem	Plano de controle previamente definido	Realização do controle de processo de acordo com definição de plano de controle	Realização do controle de processo de acordo com definição de plano de controle	Realização do controle de processo de acordo com definição de plano de controle	-	Foram evidenciadas em registro o controle adequado das cotas previamente definidas
Método	Definição de cotas críticas a serem controladas	PFMEA	Cotas de controle definidas a partir de FMEA realizado pelo fornecedor	Controle das dimensões críticas adequadas	Cota crítica não definida em PFMEA como cota crítica de controle	Definição de cotas críticas não é eficaz	O Fornecedor definia em seu plano de controle as cotas críticas a serem controladas sem o auxílio do cliente, tendo percepções divergentes sobre a criticidade de cada dimensão.

- Peça fora de padrão visual

Tabela 16 - FTA para ocorrência do problema relacionado a peça fora de padrão visual estipulado pelo cliente.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA OCORRÊNCIA <i>Por quê o problema ocorreu</i>							
PROBLEMA				Peça fora de padrão visual previamente estabelecido pelo cliente			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Método	Definição de Parâmetros de Set up de máquina	Durante Try out	Definição de parâmetros e suas tolerâncias de durante try outs no fornecedor	Parâmetros definidos durante try out em fornecedor com acompanhamento de cliente	Parâmetros definidos durante try out em fornecedor com acompanhamento de cliente	-	Os parâmetros são devidamente testados em diversos try outs realizados durante definição de processo no fornecedor
Mão de obra	Manchas	Instrução e Registro de Setup	Setup deve ser realizado e registrado de acordo com o definido por padrão	Registros evidenciam a correta utilização dos parâmetros de setup	Registros evidenciam a incorreta utilização dos parâmetros de setup	Manchas não garantem padrão visual do item	-

Tabela 17 - FTA para não detecção do problema relacionado a peça fora de padrão visual estipulado pelo cliente.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA NÃO DETECÇÃO <i>Por quê o problema não foi detectado</i>							
PROBLEMA				Peça fora de padrão visual previamente estabelecido pelo cliente			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Método	Verificação de peças durante processo	Plano de controle	Verificação das peças em processo em peritos pré definidos	Peças devidamente verificadas de acordo com plano de controle de fornecedor	Peças devidamente verificadas de acordo com plano de controle de fornecedor	Plano de controle não contempla uma frequência adequada de verificação das peças durante processo	

- Deformação de peças

Tabela 18 - FTA para ocorrência do problema relacionado a deformação em peças entregues ao cliente.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA OCORRÊNCIA <i>Por quê o problema ocorreu</i>							
PROBLEMA				Peças apresentando deformações (Chupagem, falta de material)			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Máquina	Pressão de Injeção	Ficha de Set up	20 a 25 bar	Utilizada pressão de acordo com o definido por padrão	Utilizada pressão de acordo com o definido por padrão, porém evidenciados desvios, durante acompanhamento de processo	Pressão de injeção com variações durante processo	Durante acompanhamento de processo e controle de seus parâmetros foi evidenciada variação da pressão de injeção na Injetora 13.
Máquina	Temperatura de Injeção	Ficha de Set up	280~300°C	Injetada com temperatura de acordo com o definido por Ficha de Set up	Injetada com temperatura de acordo com o definido por Ficha de Set up	-	A temperatura de injeção não se mostrou como fator neste caso para apresentação de deformações na peça. Evidenciado após realização de testes.
Mão de obra	Setup de Máquina	Instrução e Registro de Setup	Setup deve ser realizado e registrado de acordo com o definido por padrão	Registros evidenciam a correta utilização dos parâmetros de setup	Registros evidenciam a correta utilização dos parâmetros de setup	-	Sem evidências de utilização de parâmetros fora de especificação

Tabela 19 - FTA para não detecção do problema relacionado a deformação em peças entregues ao cliente.

ANÁLISE DA ÁRVORE DE FATORES PARA NÃO DETECÇÃO							
<i>Por quê o problema não foi detectado</i>							
PROBLEMA				Peças apresentando deformações (Chupagem, falta de material)			
4M	FATORES	PONTO DE CONTROLE	PADRÃO	PEÇA BOA	PEÇA RUIM	CAUSAS POTENCIAIS	OBSERVAÇÕES
Método	Checagem visual	De acordo com plano de controle	Verificação visual realizada pelo operador	Verificação visual realizada, conforme evidenciado em registros	Verificação visual realizada, conforme evidenciado em registros	Checagem visual padrão de acordo com plano de controle não é eficaz para detecção deste tipo de falha	Operador informou que pontos de deformações para as peças problemáticas não eram controlados por não ser solicitado por plano de controle

3.5. ANÁLISE DA CAUSA RAIZ DOS PROBLEMAS ATRAVÉS DA FERRAMENTA DOS CINCO PORQUÊS.

Para cada um dos fatores avaliados através da ferramenta da análise da árvore de fatores foi utilizada a ferramenta dos cinco porquês, com finalidade da definição da causa raiz para cada um dos fatores ocasionadores dos problemas descritos anteriormente. Com a definição de causa raiz para estes é possível a criação de um plano de ações, implementação destas e posterior avaliação da eficácia destas.

As avaliações através da ferramenta descrita seguem, devidamente identificadas, divididas por fator analisado, tanto para ocorrência dos problemas como para não detecção destes.

- Quebra de peças durante montagem

Tabela 20 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de quebra de peças durante montagem.

5 PORQUES: OCORRÊNCIA	
Problema / FATOR	Material utilizado durante injeção não está de acordo com o especificado
1º Por quê	Material contaminado por outros materiais no momento da injeção plástica
Evidência	Análise química da peça não conforme
2º Por quê	Material correto não foi alimentado corretamente no momento do processo de injeção
Evidência	Análise química da peça não conforme
3º Por quê	Houve contaminação do material no momento de sua mistura com materiais reciclados, dentro da própria área de reciclagem da empresa.
Evidência	Não há controle e registros dos materiais utilizados no momento da mistura de materiais
4º Por quê	Não é realizada a limpeza da máquina utilizada para moer materiais
Evidência	Verificação dos procedimentos utilizados na área de moagem de materiais.
5º Por quê	Não foi estipulado um procedimento de limpeza das máquinas de moagem.
Evidência	Verificação dos procedimentos utilizados na área de moagem de materiais.

Tabela 21 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de quebra de peças durante montagem.

5 PORQUES: DETECÇÃO	
Problema / FATOR	Controle limpeza da máquina trituradora de reciclados não é adequado
1º Por quê	Não há um controle de verificação dos materiais utilizados no momento de injeção
Evidência	Método de verificação dos materiais utilizados no momento de injeção
2º Por quê	Não é registrado o material utilizado no momento de injeção
Evidência	Caderno de registros do processo de injeção
3º Por quê	Não foi criado um procedimento para registro do material utilizado no momento da injeção
Evidência	Caderno de registros do processo de injeção
4º Por quê	Não há rastreabilidade entre material utilizado no momento de injeção e mistura de materiais
Evidência	Verificação da interface entre os processos.
5º Por quê	Não foi prevista a possibilidade de mistura de materiais na área de mistura com reciclados.
Evidência	PFMEA

- Dificuldade de montagem

Tabela 22 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de dificuldade de montagem durante processo.

5 PORQUES: OCORRÊNCIA	
Problema / FATOR	Dimensão crítica de montagem divergente da especificação dimensional
1º Por quê	Processo de injeção não garante dimensão crítica de montagem de acordo com especificação de dimensional
Evidência	Peça não conforme
2º Por quê	Ferramenta apresentou desgaste em pontos críticos durante momento de injeção
Evidência	Análise da ferramenta
3º Por quê	Não foi realizada manutenção preventiva ou corretiva no momento da produção do problema
Evidência	Verificação de ferramenta danificada sendo utilizada para o processo de injeção plástica
4º Por quê	Não há um procedimento adequado para realização da manutenção preventiva, ou corretiva, após ocorrência do problema
Evidência	Procedimento de manutenção
5º Por quê	Ferramentas recebidas pelo fornecedor sem realização de análise crítica do estado da mesma
Evidência	Checklist de recebimento de ferramentas externas

Tabela 23 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de dificuldade de montagem durante processo.

5 PORQUES: DETECÇÃO	
Problema / FATOR	Definição de cotas críticas não é eficaz
1º Por quê	Não garante a detecção de peças ruins
Evidência	Peça não conforme enviada ao cliente
2º Por quê	Cota crítica não é verificada no momento de medição de peças durante processo
Evidência	Plano de controle
3º Por quê	Não foi definida como cota de verificação de processo
Evidência	Plano e registros de controle
4º Por quê	Não foi prevista como cota crítica de controle
Evidência	Plano de controle
5º Por quê	Não definida como cota crítica durante elaboração do PFMEA
Evidência	Verificação do PFMEA

- Falha de funcionamento durante teste funcional

Tabela 24 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de falha de funcionamento durante teste funcional.

5 PORQUES: OCORRÊNCIA	
Problema / FATOR	Dimensão crítica de montagem divergente da especificação dimensional
1º Por quê	Processo de injeção não garante dimensão crítica de montagem de acordo com especificação de dimensional
Evidência	Peça não conforme
2º Por quê	Injetora plástica apresentou variações da quantidade de material injetado no momento da injeção
Evidência	Acompanhamento do processo
3º Por quê	Após análise crítica da injetora, foi possível verificar desgaste da rosca do canhão da injetora.
Evidência	Avaliação da máquina.
4º Por quê	Não foi realizada manutenção preventiva da injetora em seu momento adequado.
Evidência	Avaliação da máquina.
5º Por quê	Procedimento de manutenção preventiva não é adequado para garantir conformidade da injetora
Evidência	Análise crítica de procedimento de manutenção preventiva

Tabela 25 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de falha de funcionamento durante teste funcional.

5 PORQUES: DETECÇÃO	
Problema / FATOR	Definição de cotas críticas não é eficaz
1º Por quê	Não garante a detecção de peças ruins
Evidência	Peça não conforme enviada ao cliente
2º Por quê	Cota crítica não é verificada no momento de medição de peças durante processo
Evidência	Plano de controle
3º Por quê	Não foi definida como cota de verificação de processo
Evidência	Plano e registros de controle
4º Por quê	Não foi prevista como cota crítica de controle
Evidência	Plano de controle
5º Por quê	Não definida como cota crítica durante elaboração do PFMEA
Evidência	Verificação do PFMEA

- Peça fora de padrão visual

Tabela 26 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de peça fora do padrão visual estipulado pelo cliente.

5 PORQUES: OCORRÊNCIA	
Problema / FATOR	Manchas não garantem padrão visual do item
1º Por quê	Há uma grande quantidade de manchas nos itens
Evidência	Peças não conformes enviadas ao cliente
2º Por quê	Processo de injeção não garante especificação visual do item
Evidência	Peças não conformes enviadas ao cliente e acompanhamento do processo de injeção
3º Por quê	Quantidade de umidade superior ao especificado para o material utilizado
Evidência	Análise da quantidade de umidade presente em item não conforme
4º Por quê	Material não é estufado por tempo suficiente para garantir correta adequação de processo
Evidência	Registro de tempo de estufa de matéria prima
5º Por quê	Programação de processos não é realizada adequadamente e por este motivo material é estufado por um tempo menor ao necessário
Evidência	Registro de tempo de estufa de matéria prima e entrevista com supervisor de produção

Tabela 27 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de peça fora do padrão visual estipulado pelo cliente.

5 PORQUES: DETECÇÃO	
Problema / FATOR	Plano de controle não contempla uma frequência adequada de verificação das peças durante processo
1º Por quê	Não garante adequada detecção de peças não conforme
Evidência	Peças não conforme não detectadas pelo controle de qualidade
2º Por quê	Durante realimentação de material, as peças não são novamente checadas, apenas no final e início de produção
Evidência	Plano de controle.
3º Por quê	Plano de controle elaborado de maneira incorreta.
Evidência	Plano de controle.
4º Por quê	Alguns processos duram dias, e há realimentação de material diversas vezes, não sendo possível detecção de peças produzidas com manchas de material com umidade
Evidência	Plano de controle.
5º Por quê	
Evidência	

- Deformação de peça

Tabela 28 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para ocorrência do problema de deformação da peça entregue ao cliente.

5 PORQUES: OCORRÊNCIA	
Problema / FATOR	Pressão de injeção com variações durante processo
1º Por quê	Injetora não se apresentou estável durante processo
Evidência	Acompanhamento do processo
2º Por quê	Injetora plástica apresentou variações da quantidade de material injetado no momento da injeção
Evidência	Acompanhamento do processo
3º Por quê	Após análise crítica da injetora, foi possível verificar desgaste da rosca do canhão da injetora.
Evidência	Avaliação da máquina.
4º Por quê	Não foi realizada manutenção preventiva da injetora em seu momento adequado.
Evidência	Avaliação da máquina.
5º Por quê	Procedimento de manutenção preventiva não é adequado para garantir conformidade da injetora
Evidência	Análise crítica de procedimento de manutenção preventiva

Tabela 29 - Ferramenta dos Cinco Por Quês para não detecção do problema de deformação da peça entregue ao cliente.

5 PORQUES: DETECÇÃO	
Problema / FATOR	Checagem visual padrão, de acordo com plano de controle não é eficaz para detecção deste tipo de falha
1º Por quê	Não é possível a detecção de alguns tipos de deformação durante auto controle realizado por operadores em processo
Evidência	Peças não conforme enviadas ao cliente e verificação de registros de verificação
2º Por quê	Durante verificação do ambiente de trabalho, o mesmo não se mostrou adequado para esta verificação
Evidência	Análise crítica do ambiente do setor de injeção plástica
3º Por quê	Iluminação não se mostrou eficiente
Evidência	Falta de iluminação em pontos de verificação visual
4º Por quê	Não há existência de lâmpadas adequadas em postos de trabalho que possuem verificações visuais
Evidência	Análise crítica do ambiente do setor de injeção plástica
5º Por quê	
Evidência	

Após avaliação, foi possível relacionar a causa raiz de cada problema, com sua descrição, permitindo que cada uma destas seja tratada de forma individual e de maneira adequada. Segue abaixo tabela contendo descrição e causa a raiz a ser eliminada, para cada tipo de problema.

Tabela 30 - Relação entre problema ocorrido, causa raiz para ocorrência e para não detecção dos problemas.

Problema Ocorrido	Causa Raiz para ocorrência	Causa Raiz para Não detecção
Quebra da peça no momento de montagem ou durante utilização em campo	Não foi estipulado um procedimento de limpeza das máquinas de moagem.	Não foi prevista a possibilidade de mistura entre materiais incorretos durante processo de moagem de materiais reciclados.
Falha durante processo de montagem do componente no subconjunto	Procedimento de manutenção preventiva não é adequado para garantir conformidade da injetora	Não foram definidas as cotas críticas de montagem durante elaboração do PFMEA
Dificuldade de acionamento do item após montado, durante teste funcional	Procedimento de manutenção preventiva não é adequado para garantir conformidade dos componentes da injetora	Não foram definidas as cotas críticas de montagem durante elaboração do PFMEA
Peça fora de padrão visual, apresentando manchas	Programação de processos não é realizada adequadamente e por este motivo material é estufado por um tempo menor do que necessário	Alguns processos duram dias, e há realimentação de material diversas vezes, não sendo possível detecção de peças produzidas com manchas de material com umidade
Deformação da peça, como chupagem e falta de material	Procedimento de manutenção preventiva não é adequado para garantir conformidade dos componentes da injetora	Não há existência de lampadas adequadas em postos de trabalho que possuem verificações visuais

3.6. DEFINIÇÃO DO PLANO DE AÇÕES

O plano de ações foi definido de acordo com a descrição da causa raiz para cada tipo de problema. Desta forma é possível corrigir a falha real para ocorrência e não detecção para cada não conformidade gerada ao longo dos meses avaliados a partir do início das atividades de resolução dos problemas gerados nas peças fornecidas pela organização B a organização A.

Através do conhecimento técnico do fornecedor, foi proposto um plano de ações para melhoria dos processos produtivos não conformes. O plano de ações

visou, através de forma controlada, evidenciar e controlar a implantação das correções propostas.

O plano de ações apresentado pelo fornecedor segue descrito abaixo:

Tabela 31 - Plano de Ações.

PLANO DE AÇÕES – Corretivas / Preventivas				
Item nº	Causa raiz	Ação a ser tomada	Prazo	Responsável
1	Não foi estipulado um procedimento de limpeza das máquinas de moagem.	1.) Criação de procedimento e registros que garantam a correta limpeza das máquinas de moagem durante a troca de materiais a serem moídos.	20/04/2012	Sup. Produção
2	Procedimento de manutenção preventiva não é adequado para garantir conformidade da injetora	1.) Realização de estudos para atualização da frequência de manutenção preventiva das injetoras 2.) Criação de Checklist de verificação da situação da injetora no momento de seu recebimento (externação por parte do cliente)	27/04/2012	Sup. Qualidade
4	Programação de processos não é realizada adequadamente e por este motivo material é estufado por um tempo menor do que necessário	1.) Criação de procedimento que garanta sempre a adequada estufagem de materiais nas injetoras anteriormente ao processo de injeção, independentemente da necessidade de produção	11/05/2012	Ger. Industrial
6	Não foi prevista a possibilidade de mistura entre materiais incorretos durante processo de moagem de materiais reciclados.	1.) Inclusão no checklist de injeção a necessidade de registro do material utilizado no momento de injeção. O mesmo deve ser idêntico ao identificado pelo setor de mistura de materiais / moagem / alimentação de injetoras.	31/05/2012	Sup. Produção
7	Não foram definidas as cotas críticas de montagem durante elaboração do PFMEA	1.) Criação de procedimento que garanta a participação de todas as áreas pertinentes no momento da criação do PFMEA, bem como representante do cliente.	11/05/2012	Sup. Qualidade

9	Alguns processos duram dias, e há realimentação de material diversas vezes, não sendo possível detecção de peças produzidas com manchas de material com umidade	1.) Criação de procedimento que garanta o registro do tempo de estufa do material sempre que houver realimentação de material na injetora. 2.) Criação de processo de auditoria escalonada para garantia do seguimento dos procedimentos e realização dos registros necessários. 3.) Criação de procedimento que garanta o refugo das 5 primeiras peças após realização do set-up.	08/06/2012	Sup. Qualidade
10	Não há existencia de lampadas adequadas em postos de trabalho que possuem verificações visuais	Compra de bancadas e lampadas adequadas para todos os processos que necessitam de verificação visual específica.	15/05/2013	Ger. Industrial

Após avaliação das causas por parte gerencial da Organização B, verificou-se a necessidade da implantação de ações sistêmicas para eliminação de causas raízes verificadas anteriormente que não seriam eliminadas apenas com as ações descritas na tabela acima. Por este motivo foram geradas as ações listadas na tabela abaixo:

Tabela 32 - Plano de Ações Sistêmicas.

Ações Sistêmicas / Gerenciais		
Item nº	Causa	Ação
1	Recorrência de problemas similares com mesmo tipo de peças	Inclusão de verificação 100% por um período de 1 mês e definição de verificações posteriores através de frequência determinada através de estudos realizados em registros gerados durante verificações.
2	Falha durante programação de produção	Contratação de novo responsável pela área de Programação de Produção
3	Alta quantidade de material a ser moído para mistura com material virgem durante processo de injeção plástica	Após estudo de custo, verificou-se viável a terceirização de 35% processo de moagem de material para outra empresa, garantindo conformidade durante este.

As ações gerenciais/ sistêmicas possuem a intenção da eliminação de causas raízes que não são passíveis de eliminação apenas com ações mais simples, como criação de procedimentos, documentos e similares. Nestas são necessários estudos de custo, contratação de pessoal e investimentos.

3.7. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES PROPOSTAS

O cronograma geral das atividades realizadas no fornecedor seguiu conforme evidenciado no plano de ações e não apresentou necessidade de reajustes durante sua implementação.

Após a implantação das ações, a comprovação da eficácia destas foi comprovada através de novas verificações no sistema QCD, já utilizado no início das atividades.

O período de comprovação de eficácia das ações se deu durante 6 meses, onde foram agendadas visitas estratégicas para verificação do andamento dos processos produtivos com a implantação das ações corretivas.

A quantidade de problemas provenientes das peças fornecidas pelo fornecedor citado ao longo deste trabalho se deu de acordo com o gráfico abaixo, para os seis meses avaliados:

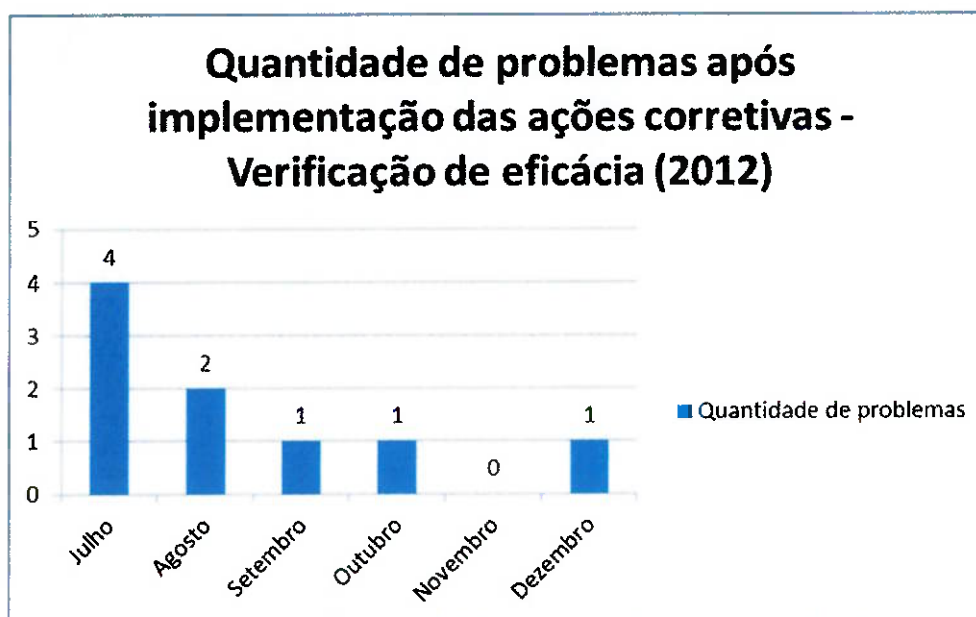


Figura 6 - Quantidade de problemas por mês após implementação das ações corretivas.

Com a verificação da eficácia da implementação das ações propostas para correção e prevenção de problemas futuros foi possível evidenciar que o método seguiu conforme o planejado anteriormente e reduziu de forma significativa os problemas gerados durante o fornecimento de peças da organização B para a organização A.

O nível de qualidade das peças fornecidas melhorou, gerou-se menos retrabalhos e os custos de qualidade devido a falhas internas e externas diminuiu para a organização B.

4. CONCLUSÃO

As análises e devidas ações para correção e prevenção de problemas, realizadas no fornecedor, denominado “organização B” apresentaram-se eficazes para redução de problemas para o cliente, “organização A”.

Verificou-se que os investimentos e geração de novas atividades para eliminação da causa dos problemas se demonstraram adequadas para redução de problemas gerados pelo fornecedor.

O fornecedor passava por problemas financeiros, e este foi o principal fator para este evitasse gastos com novos investimentos, adotando, de forma errônea, como estratégia apenas a detecção de problemas, sem ataque a sua causa raiz. Neste caso, o custo devido a verificação de peças e devido as falhas internas como internas não foram contabilizados, possuindo uma falsa impressão de que o custo gerado pelas falhas seria menor do que implementação de melhorias.

Custos gerados por falhas internas devido ao refugo de peças, paradas de máquina, avaliação de peças de forma intensa para detecção de problemas conhecidos, como custos de falhas externas como custo administrativo por entrega de peças ruins por parte do cliente, custos logísticos para retirada de peças não conformes e reenvio de peças, além da satisfação do cliente, devem ser contabilizados para avaliação do caminho mais adequado a ser seguido.

A eliminação das falhas em sua causa raiz elimina diversos custos, conforme descrito acima, porém para isto é necessária uma análise adequada conforme descrito ao longo deste trabalho. Neste casos, o período de análise se mostra mais importante do que o de implantação da ações determinadas, uma vez que é a análise inicial que define quais ações devem ser tomadas.

Para a situação descrita, o método de demonstrou eficaz uma vez que foi possível evidenciar a redução de problemas gerados pelo fornecedor. A necessidade de acompanhamento, manutenção e melhoria contínua do sistema presente no fornecedor se faz imprevisível, e por este motivo é necessário sempre o acompanhamento, estudo e geração de ações para os problemas assim que percebidos na produção. Sendo assim, o método PDCA (Planejar, fazer, verificar e agir) se mostra adequado, uma vez que visada a necessidade de melhorias, através de planejamento e estudos, gerando ações e verificações de eficácia das ações, e se verificada a necessidade, tomada de novas ações.

4.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para novos trabalhos, seria adequada a evidência financeira da redução de custos gerados por falhas internas e externas através da metodologia descrita.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCENSÃO, J. **Módulo de Apoio à Gestão da manutenção de Ferramentas de Estampagem na Inapal Metal AS**. Dissertação de Mestrado apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2011.

BEHR, A. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca**.:Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Rio Grande do Sul, 2008.

GUERRERO, V.; ROZENFELD. H. **FTA- Fault Tree Analysis**. Disponível em : <http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/FTA.htm> . Acesso em: Outubro de 2013.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1 ed., 1995.

MAUÉS, L. **Metodologia de organização interna e melhoria do processo produtivo em centrais de montagens de componentes: um estudo de caso**. Programa de pós-graduação em engenharia de produção e sistemas. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Fevereiro de 1996.

MORELLO, M. **Redução da árvore de falhas baseada no grau de criticidade: aplicação em transmissão de veículo comercial**. Faculdade de engenharia mecânica. Universidade Estadual de Campinas. Julho de 2007.

PALADINI, E. **A base humanística da gestão da qualidade**. Santa Catarina: Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.

Ramakumar, R. **Engineering Reliability Fundamentals and Applications**. New Jersey: Prentice Hall International Editions. 1993. 482p.

SLACK N. et al., **Administração da Produção**. São Paulo, Brasil. Editora Atlas S.A. 1997.

VIANA, M. **No mercado mundial de veículos o Brasil fica em quarto**. Revista Chic. Outubro de 2013.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.