

**FABIANO DA SILVA FURLAN**

**Aplicação da metodologia relatório A3 para redução de  
problemas na linha de montagem**

São Paulo  
2014

**FABIANO DA SILVA FURLAN**

**Aplicação da metodologia relatório A3 para redução de  
problemas na linha de montagem**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do certificado de  
Especialista em Gestão e Engenharia da  
Qualidade – MBA / USP.

Orientador:

Prof. Dr. Adherbal Caminada Neto

São Paulo

2014

**FABIANO DA SILVA FURLAN**

**Aplicação da metodologia relatório A3 para redução de  
problemas na linha de montagem**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do certificado de Especialista em Gestão e Engenharia da Qualidade – MBA / USP.

Orientador:

Prof. Dr. Adherbal Caminada Neto

São Paulo

2014

## RESUMO

O sistema de produção enxuta tem sido muito discutido e estudado na atualidade. Este sistema de produção busca tornar evidentes e eliminar desperdícios / problemas nos processos, tornando a operação mais eficiente e aumentando o nível de qualidade dos produtos. Este trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia A3 para resolução de problemas, metodologia desenvolvida pela Toyota, que auxilia no processo de análise e resolução de problemas e é uma das ferramentas que fazem parte do pensamento enxuto. Ela contém passos já bem difundidos, pois são baseados no ciclo de Deming (PDCA), no entanto, o desafio é sintetizar todas as informações de forma clara e de fácil compreensão em uma folha de papel tamanho A3. Para aplicação desta metodologia foi realizado um estudo de caso na linha de montagem de uma organização, onde foram aplicadas todas as etapas da metodologia A3 para resolução de um problema. Estas etapas estão descritas com detalhes e as informações consideradas relevantes pelo autor foram colocadas no formato A3.

Palavras-Chave: Produção enxuta. Metodologia A3.

## ABSTRACT

The lean manufacturing system has been very discussed and studied nowadays; this production system seeks to eliminate wastes / problems in the processes making the operation more efficient and increasing product quality level. This research aims to apply the A3 methodology for problem solving, this methodology developed by Toyota that assists in the process of analyzing and solving problems and it is one of the tools of the lean thinking, it contains already well diffused steps because they are based on the Deming cycle (PDCA), however the challenge is to synthesize everything clearly and easily understood in an A3 paper size. To apply this methodology it was realized a case study in the assembly line of an organization where it were applied all the A3 methodology steps for solving problems, these steps are described in detail in this research and the information that the author judged relevant were put in the A3 report.

**Keywords:** Lean manufacturing. A3 methodology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Toyota de Produção.....	17
Figura 2 – Fluxo tradicional e fluxo JIT .....	18
Figura 3 – Redução dos estoques para expor os problemas do processo .....	19
Figura 4 – Modelo de relatório A3 .....	22
Figura 5 - Correlação entre as etapas do A3 e o PDCA.....	23
Figura 6 - Problema.....	24
Figura 7 - Exemplo de aplicação da análise dos 5 porquês.....	25
Figura 8: Cenário atual.....	31
Figura 9 - Componentes envolvidos no problema.....	34
Figura 10 - Fluxo simplificado do processo de fabricação do componente A.....	35
Figura 11 - Disposição das peças na embalagem (vista frontal) .....	39

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - DEF histórico de janeiro a maio de 2014.....	29
Gráfico 2 - DEF histórico de peças de janeiro a maio de 2014 .....	30
Gráfico 3 - Estratificação por tipo de defeito (período: jan. a maio 2014).....	31
Gráfico 4 - Estratificação do defeito desencaixado por componente.....	32
Gráfico 5 - Estratificação do defeito componente A desencaixado por modelo de veículo .....	32
Gráfico 6 - Estratificação do defeito componente A desencaixado no modelo A por turno .....	33
Gráfico 7 - Objetivo da pesquisa .....	33
Gráfico 8 - Gráfico de controle da amplitude variável.....	37
Gráfico 9 - Gráfico de controle dos valores registrados .....	37
Gráfico 10 - Acompanhamento da eficácia das ações .....	44

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Estratificação do DEF por processo .....	30
Tabela 2 - Resultados obtidos em um lote de produção .....	36
Tabela 3 - Resultados da medição do subcomponente 1 .....	38
Tabela 4 - Resultados da análise dimensional do clip.....	40
Tabela 5 - Resultados teste de extração do pino x clip .....	40
Tabela 6 - Resultados análise dimensional do clip após correção .....	42
Tabela 7 - Resultado das análises após a melhoria na embalagem .....	43

## LISTA DE ABREVITURAS E SIGLAS

4 M's - Máquina, método, mão de obra e matéria prima

CQT - Controle da qualidade total

DEF - Defeitos

JIT - *Just-in-time*

LM - Limite médio de controle

LIC - Limite inferior de controle

LSC - Limite superior de controle

PDCA - Planejar-Verificar-Executar-Agir (Plan-Do-Check-Act)

$\bar{R}_m$  - Média das amplitudes

RM - Amplitude

STP - Sistema Toyota de Produção

$\bar{x}$  - média amostra

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.3.	Sistema Toyota de Produção - STP.....	16
2.3.1.	Just in time - JIT .....	18
2.3.2.	Autonomação .....	20
2.3.3.	Relatório A3.....	20
2.3.3.1.	Tema .....	23
2.3.3.2.	Contexto.....	23
2.3.3.3.	Condições atuais.....	23
2.3.3.4.	Problema.....	24
2.3.3.5.	Objetivos .....	25
2.3.3.6.	Análise da causa fundamental .....	25
2.3.3.7.	Contramedidas.....	26
2.3.3.8.	Plano de implementação.....	26
2.3.3.9.	Acompanhamento .....	26
3.	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	28
3.1.	Caracterização da organização .....	28
3.2.	Estudo de caso .....	28
3.2.1.	Tema .....	28
3.2.2.	Contexto .....	28
3.2.3.	Condição atual .....	29
3.2.4.	Objetivo .....	33
3.2.5.	Análise da causa fundamental .....	34
3.2.6.	Contramedidas .....	41
3.2.7.	Acompanhamento .....	43
3.2.8.	Padronizar .....	44

4. CONCLUSÃO .....	45
REFERÊNCIAS .....	46
ANEXO A – FATORES PARA CÁLCULO DE LIMITES DE CONTROLE.....	48
APÊNDICE A – RELATÓRIO A3 FINAL .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

As organizações têm buscado constantemente a redução de custo e melhoria da qualidade como forma efetiva de aumento dos lucros e consequente sustentabilidade do negócio, neste cenário o conceito de produção enxuta tem ganhado grande destaque. De acordo com Womac; Jones e Roos (1992) o sistema de produção enxuta tem se mostrado imensamente superior ao sistema de produção em massa tanto em produtividade como em qualidade, ele é mais eficiente porque exige menor utilização de recursos e é capaz de atender melhor as mudanças nos requisitos dos clientes. Basicamente produção enxuta visa à eliminação de desperdícios de forma a maximizar os lucros operacionais e elevar o nível de qualidade dos processos.

Após a primeira crise do petróleo ficou evidente a superioridade deste sistema através do desempenho da Toyota, empresa que desenvolveu os conceitos da produção enxuta.

As ferramentas base deste sistema visam tornar os problemas evidentes, pois com a resolução dos problemas o processo produtivo se torna cada vez mais robusto, elevando a qualidade dos produtos. A Toyota, com base no ciclo de Deming, desenvolveu uma ferramenta/metodologia que auxilia na análise destes problemas, a metodologia do relatório A3.

### 1.1. Objetivo

Este trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia A3 para análise e resolução de problemas para reduzir os problemas na linha de montagem de uma organização.

### 1.2. Escopo

O trabalho aborda as etapas da metodologia A3, que consiste desde a definição do tema, análise do cenário atual, identificação do problema através da estratificação de dados, definição de objetivos, análise de causa raiz, definição de contramedidas e a padronização das ações bem sucedidas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Conceito de qualidade

A norma NBR ISO 9000 (ABNT, 2005) define qualidade como “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”. O dicionário Michaelis (2014) define como:

“1 Atributo, condição natural, propriedade pela qual algo ou alguém se individualiza distinguindo-se dos demais; maneira de ser, essência, natureza. 2 Excelência, virtude, talento. 3 Caráter, índole, temperamento. 4 Grau de perfeição, de precisão, de conformidade a um certo padrão[...]”

Para Campos (1992, p. 2) “[...] um produto ou serviço de qualidade é aquele que atenda perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente[...]. O verdadeiro critério de boa qualidade é a preferência do consumidor.[...]”.

Qualidade também foi definida como “adequação ao uso”<sup>1</sup>.

Definir qualidade não é uma tarefa fácil, pois depende do ponto de vista de cada indivíduo, Deming (1990, p. 125) em sua definição, que segue, dá um exemplo disso:

“[...] A qualidade só pode ser definida em termos de quem a avalia. Quem é o juiz da qualidade?

Na opinião do operário, ele produz qualidade se puder se orgulhar de seu trabalho. Baixa qualidade, para ele, significa perda de negócios e talvez de seu emprego. Alta qualidade, pensa ele, manterá a empresa no ramo. Isto é verdade tanto para as empresas de serviços quanto para as de produção de bens.

Qualidade, para o administrador de fábrica, significa produzir a quantidade planejada e atender às especificações. Sua função é também, saiba ele ou não, o constante aperfeiçoamento dos processos e a constante melhora de sua liderança.[...].”

Apesar de haver várias definições de qualidade, no final das contas o que vale é a opinião do consumidor como bem citaram Campos e Deming. Ao longo dos anos é possível perceber que o grau de exigência dos clientes evoluiu e para se adequar a isso ocorreram adaptações nos sistemas de qualidade das organizações. No início basicamente havia o controle de qualidade, com atividades de inspeção e seleção de itens não-conformes, evoluindo para o uso de técnicas estatísticas que

<sup>1</sup> JURAN, apud OLIVEIRA, D. P., 2008, p. 1

garantiriam a qualidade do produto de forma preventiva. Após isso o foco mudou do produto para o processo, pois um processo com os padrões de qualidade elevados apresenta como consequência certamente um produto com a qualidade melhor. A maioria das organizações entenderam que produtos/processos de melhor qualidade auxiliam na redução de custo na manutenção e captação de clientes e consequente aumento da lucratividade.

## 2.2. Controle da Qualidade Total - CQT

Segundo Ishikawa (1993, p.93) o conceito de controle da qualidade total foi criado pelo Dr. Armand V. Feingebaum nos anos 50 como:

'um sistema eficiente para integração do desenvolvimento de qualidade, da manutenção de qualidade e dos esforços de melhoramento de qualidade dos diversos grupos em uma organização, para permitir produção e serviços aos níveis mais econômicos, que levem em conta a satisfação total do consumidor'.

Para Ishikawa (1993) a abordagem japonesa do CQT difere da abordagem ocidental de Feingenbaum em alguns pontos, um deles é a questão do envolvimento dos empregados, pois Feingebaum temendo que o CQT fosse deixado de lado dentro das organizações, defendia que este deveria ser conduzido por um departamento específico, criado para este fim, com especialistas em controle de qualidade, já os japoneses desde o início incentivaram o envolvimento de todos os empregados no controle de qualidade (ISHIKAWA, 1993). Campos (1992, p.15), seguindo a mesma linha da abordagem japonesa define o CQT como sendo "o controle exercido por todas as pessoas para a satisfação das necessidades de todas as pessoas" e segundo o mesmo autor este conceito é formado pelos seguintes tópicos:

- Orientação pelo cliente – Produzir e fornecer serviços e produtos que atendam as necessidades dos clientes;
- Qualidade em primeiro lugar – Quanto maior a qualidade maior a produtividade;
- Ação orientada por prioridades – Identificar o problema mais crítico e solucioná-lo pela mais alta prioridade;

- Ação orientada por fatos e dados – Tomar decisões com base em dados e fatos;
- Controle de processos – O gerenciamento deve ser preventivo, o resultado final é tardio para se tomar ações corretivas;
- Controle da dispersão – Observar cuidadosamente a dispersão dos dados e isolar a causa fundamental da dispersão;
- Próximo processo é cliente – Evitar que defeitos, problemas sejam passados para o cliente;
- Controlar a montante – É importante prever falhas possíveis e evitá-las, sempre procurar prevenir;
- Ação de bloqueio – Não permitir o mesmo erro, tomar ação preventiva de bloqueio para que o mesmo problema não ocorra outra vez pela mesma causa;
- Respeito pelo empregado como ser humano – Respeitar os empregados como seres humanos independentes;
- Comprometimento da alta direção – Entender a definição da missão, visão e estratégia da alta direção e executar as diretrizes.

Este método baseia-se na premissa fundamental de que uma organização precisa desenvolver, produzir e vender mercadorias e serviços que satisfaçam as necessidade dos clientes (ISHIKAWA, 1993) e para isto todos os processos devem ser robustos e bem controlados e focados no cliente.

É interessante salientar que antes de 1950 a qualidade dos bens de consumo japonês tinha fama negativa no mundo todo, pois os japoneses ainda não se tinham voltado para a qualidade, já em 1950 com o auxílio dos ocidentais, gurus da qualidade como Deming e Juran, os conceitos de controle da qualidade total foram sendo implantados e os produtos tiveram uma significativa melhora, já em 1954 os produtos japoneses tinham ganho mercado no mundo inteiro, os japoneses tinham obtido a consciência de que o consumidor é a parte mais importante da linha de produção (DEMING, 1990).

Neste mesmo período pós-segunda guerra mundial também iniciava-se no Japão o desenvolvimento de um sistema de produção que revolucionaria o mundo, este novo sistema combinaria os princípios do CQT e da administração científica, ficou conhecido como o Sistema Toyota de Produção (VERAS, 2009).

### 2.3. Sistema Toyota de Produção - STP

O desenvolvimento do STP teve início após a segunda guerra mundial quando o então presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, lançou o desafio: 'Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá (OHNO, 1997, p.25), para ilustrar a situação à época, isto implicaria dizer que a Toyota teria que aumentar a produtividade em oito ou nove vezes em tal período de tempo (OHNO, 1997). O modelo de produção utilizado nos Estados Unidos era o modelo de Henry Ford, a produção em massa, no entanto, os fundadores do STP, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno, sabiam das limitações de recursos para Toyota imitar tal sistema (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). Para Ohno (1997), o desenvolvimento do sistema teve início quando ele começou a desafiar o sistema de produção antigo. De acordo com Womack; Jones e Ross (1992, p. 7):

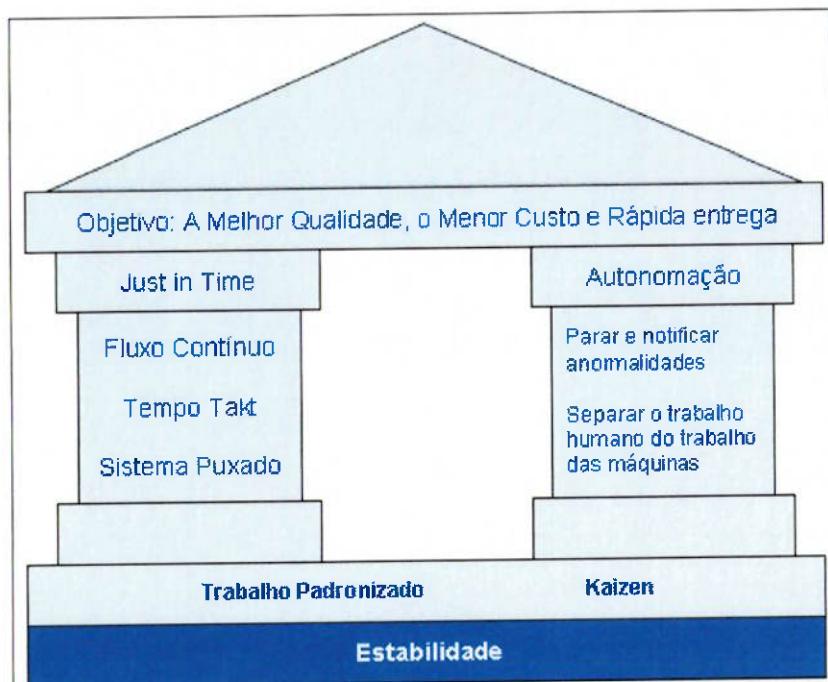
"Nenhuma nova ideia surge do vácuo. Pelo contrário, novas ideias emergem de um conjunto de condições em que as velhas ideias parecem não mais funcionarem. Esse também foi o caso da produção enxuta, que surgiu num determinado país numa época específica, porque as ideias convencionais para o desenvolvimento industrial do país pareciam não mais funcionar.[...]".

O objetivo mais importante do STP para Ohno(1997) era aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. Depois de alguns estudos foram identificados sete tipos de desperdícios (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009):

- Superprodução – Produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo;
- Tempo de espera – Tempo em que operadores ou máquinas ficam parados aguardando algo para completar uma tarefa;
- Transporte – A movimentação de materiais;
- Processo – Processamentos que não agregam valor do ponto de vista do cliente;
- Estoque – Excesso de materiais aguardando processamento;
- Movimentação – Estações de trabalho mal projetadas;
- Produtos defeituosos – Produzir produtos defeituosos.

Segundo Ohno (1997) o sistema está alicerçado basicamente em dois pilares: o *Just-in-time* e a autonomação, no entanto várias outras técnicas foram desenvolvidas para sustentar a implantação destes princípios, entre as quais: *Kanban*, operação-padrão, tempo de ciclo, troca rápida de ferramentas, leiaute celular, nivelamento da produção, controle de qualidade zero defeito e *poka-yoke*, abordagem A3, manutenção preventiva total e 5S são algumas delas (LIKER; MEIER, 2007). A figura 1 é uma das representações que ilustra a chamada “casa” do STP.

Figura 1 - Sistema Toyota de Produção



Fonte: LEAN, 2014

O sistema Toyota de produção com a aplicação destas ferramentas basicamente procura identificar e remover obstáculos no caminho para a perfeição, é um processo cíclico de conquista de estabilidade, padronização de práticas e contínua busca por oportunidades de melhorias (LIKER; MEIER, 2007). Para Sobek e Smalley (2010) a vantagem competitiva da Toyota vem do envolvimento de todas as pessoas da empresa com a melhoria contínua.

Este novo sistema só começou a atrair a atenção das outras indústrias na primeira crise do petróleo em 1973, quando estas passaram a se deparar com decréscimos de produção e, então, notaram os resultados da Toyota que estavam acima da média e assim se mantinham (OHNO, 1997). Todavia o STP ganhou

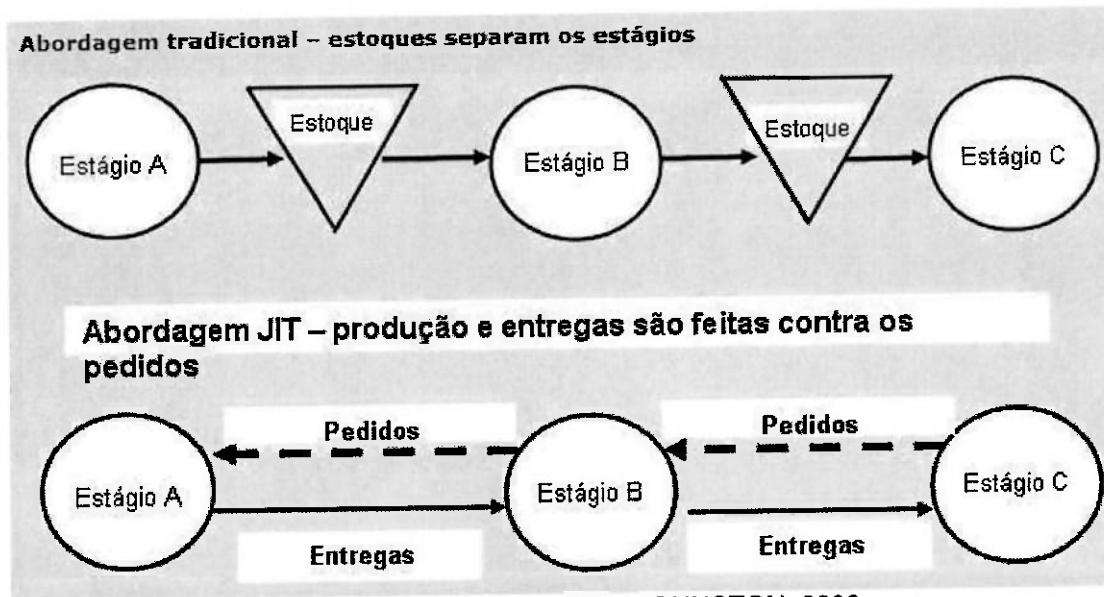
ampla notoriedade mundial somente na década de 80, quando se tornou evidente o vigoroso crescimento registrado pela Toyota, iniciando assim no ocidente estudos deste sistema que passou a ser conhecido também como produção enxuta do inglês *lean manufacturing* (ROTONDARO et al., 2014).

### 2.3.1. Just in time - JIT

Ohno (1997, p. 25) define Just-in-time como “em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária”.

A melhor maneira de compreender a diferença da abordagem JIT da abordagem convencional é analisando a diferença entre os dois sistemas, representada na figura 2.

Figura 2 – Fluxo tradicional e fluxo JIT



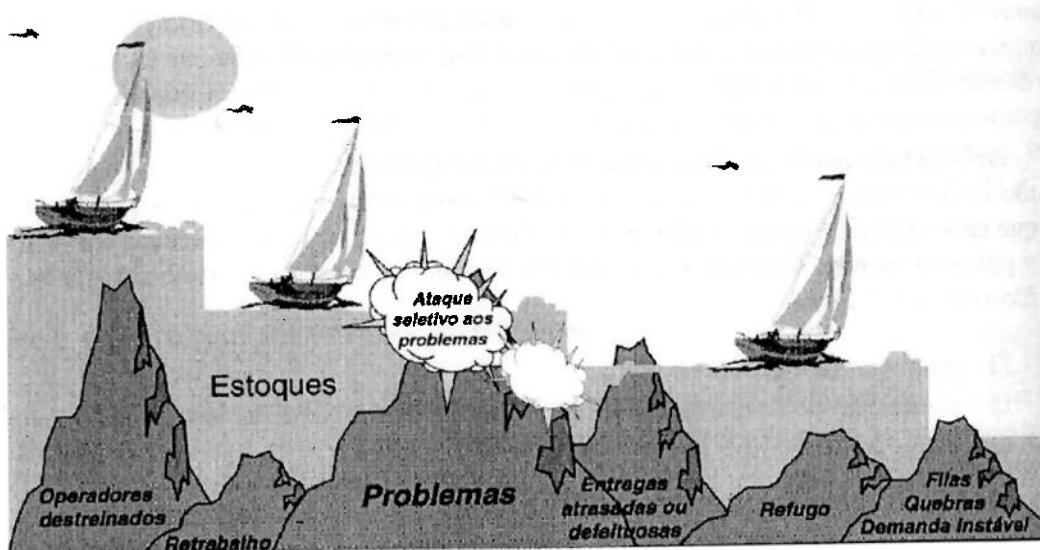
Fonte: SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009

A abordagem tradicional assume que cada estágio do processo envia os componentes produzidos para um estoque intermediário, que “isola” aquele estágio do próximo estágio do processo. Esses estoques intermediários fazem com que cada estágio seja de certo modo independente, de modo que, se o estágio anterior tiver algum problema que interrompa sua produção os estágios subsequentes continuarão a produzir, pelo menos por um tempo, e se o problema for resolvido a

tempo os estágios subsequentes não sofrerão perda de eficiência. Na abordagem JIT, os componentes são produzidos e passados para o próximo estágio no momento em que serão processados, não há independência entre os estágios, caso ocorra um problema em um estágio todos outros estágios sentirão o efeito. Portanto, na abordagem tradicional quando ocorre um problema, este problema é de certo modo do estágio que está com problema, desde que não afete a eficiência dos outros estágios, e será responsabilidade daquele estágio resolver o problema, já na abordagem JIT, o problema influenciará todo o sistema, o que irá gerar um sentido de urgência e trabalho em equipe para resolver o mesmo (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009).

Embora ambas as abordagens visem à alta eficiência na produção, elas tomam caminhos diferentes para conseguir isso. A abordagem tradicional protege cada etapa da produção de possíveis distúrbios e a abordagem JIT tem uma visão oposta (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009). A abordagem JIT considera que os estoques “escondem” os problemas, como a analogia mostrada na figura 3.

Figura 3 – Redução dos estoques para expor os problemas do processo<sup>2</sup>



Sendo um dos pilares do sistema Toyota de produção, o *Just-in-time* visa tornar os problemas evidentes para que possam ser tratados tornando o processo robusto.

<sup>2</sup> CORREA; GIANESI; CAON, 2001 apud ESPOSTO, K. F., 2008, p. 44

### 2.3.2. Autonomação

A autonomação é a “automação com um toque humano” (OHNO, 1997, p.27). Para ROTONDARO et al. (2014) é dotar as máquinas de condições para poderem operar de forma mais autônoma, contribuindo também com a filosofia *Just-in-time*, parando automaticamente de produzir quando completam a quantidade necessária ou quando detectam algum problema de qualidade, isto reduz a necessidade do operador de dedicar seu tempo para o controle da máquina podendo assim cuidar de um número maior de processos.

Segundo Ohno (1997) a ideia de autonomação veio do conceito que o fundador da Toyota, Sakichi Toyoda, tinha aplicado aos teares, quando um fio se rompia o tear parava instantaneamente não produzindo produtos com defeitos. Ainda segundo o mesmo autor:

“Parar a máquina quando ocorre um problema força todos a tomar conhecimento do fato. Quando o problema é claramente compreendido, a melhoria é possível. Expandindo este pensamento, estabelecemos uma regra segundo a qual, mesmo em uma linha de produção operada manualmente, os próprios trabalhadores deveriam acionar o botão de parada para interromper a produção se surgir qualquer anormalidade.”

Assim como o *Just-in-time* a autonomação, pilar do sistema Toyota, visa tornar evidente o problema interrompendo a produção quando o mesmo ocorre, como produção interrompida gera um alto custo, o sentimento de urgência na resolução de problemas é um item fundamental no STP.

### 2.3.3. Relatório A3

O relatório A3 é uma prática pioneira da Toyota em que problema, análise de causa raiz, ação corretiva e plano de ação são escritos em uma única folha de papel tamanho A3 (BRANDI; MOREIRA; CAMPOS; 2012), além de ser utilizado para resolução de problemas o relatório A3 pode ser aplicado em outras ocasiões, tais como: apresentação de propostas, apresentar status de um projeto, etc. Todavia será abordado neste trabalho somente o modelo utilizado para resolução de problemas.

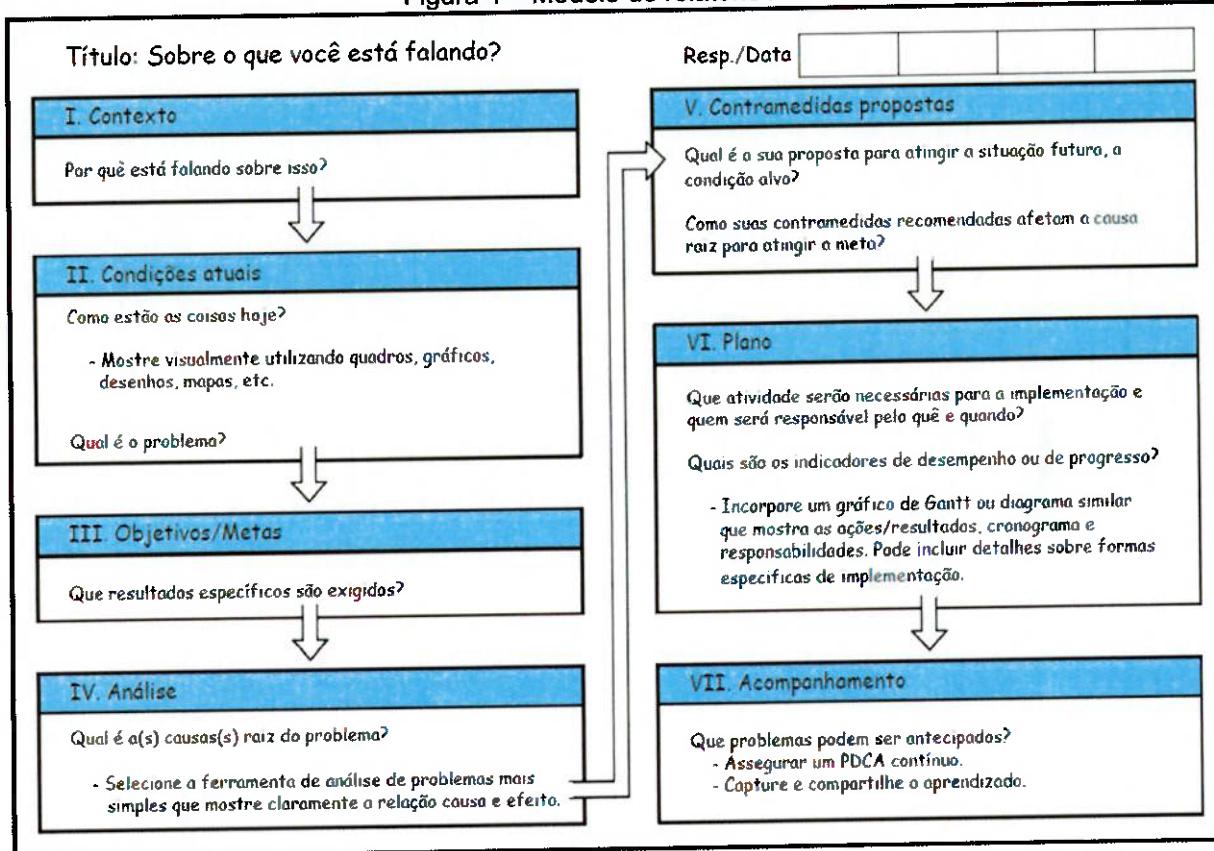
De acordo com Sobek e Smalley (2010) a Toyota utiliza o relatório A3 para orientar sistematicamente os solucionadores de problemas, pois esta ferramenta estabelece uma estrutura para implantar a gestão PDCA (Planejar-Executar-Verificar-Agir) auxiliando seus autores na compreensão mais profunda do problema e também é uma excelente ferramenta de treinamento e mentoramento. Segundo os mesmos autores a mentalidade por trás da metodologia A3 pode ser dividida em sete elementos:

- Processo de raciocínio lógico: Pensar e, então, agir racionalmente no processo de tomada de decisões e solução dos problemas;
- Objetividade: Coletar dados quantitativos buscando retratar a situação de maneira precisa;
- Resultados e processos: Os resultados não são preferíveis ao processo usado para atingi-los, e o processo não é mais importante que os resultados, ambos são necessários para a melhoria organizacional e da equipe;
- Síntese, destilação e visualização: A brevidade do relatório força a síntese da aprendizagem adquirida durante a pesquisa e faz com que diversas informações se integrem em um retrato coerente da situação. A criação de visualizações gráficas auxilia o processo de síntese e destilação;
- Alinhamento: Buscar o consenso dos envolvidos, pois assim todos reúnem seus esforços para superar obstáculos e realizar as mudanças;
- Coerência interna e consistência externa: O fluxo lógico do relatório promove a coerência interna da abordagem de solução de problemas, porém cabe ao autor do relatório manter a coerência entre as informações de cada seção. O tema do relatório deve ser consistente com as metas e valores da organização;
- Ponto de vista sistêmico: Deve-se compreender a situação em um contexto suficientemente amplo, e as recomendações/ações devem promover o bem geral da organização.

A figura 4 apresenta um fluxo típico e as etapas de um relatório A3 para solução de problemas, o fluxo é de cima para baixo na esquerda e, depois, de cima para baixo na direita e as etapas são:

- Etapa 1: Contexto/Histórico;
- Etapa 2: Condições atuais;
- Etapa 3: Objetivos/Metas;
- Etapa 4: Análise da causa fundamental;
- Etapa 5: Contramedidas propostas;
- Etapa 6: Plano;
- Etapa 7: Acompanhamento;
- Etapa 8: Padronizar os processos bem sucedidos.

Figura 4 – Modelo de relatório A3<sup>3</sup>

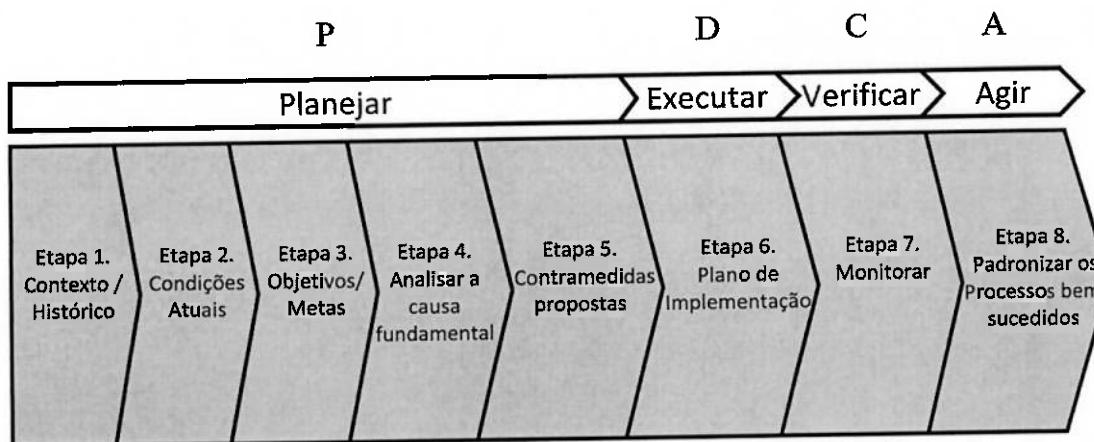


O importante na elaboração do relatório é o processo de comunicação e não a elegância com que se preenche e se traça os gráficos (LIKER; MEIER;2007).

A figura 5 apresenta a correlação entre as etapas do relatório A3 com o ciclo PDCA (Planejar-Executar-Verificar-Agir).

<sup>3</sup> SHOOK, 2008 apud RIBEIRO, P. M. F., 2012, p. 35

Figura 5 - Correlação entre as etapas do A3 e o PDCA



### 2.3.3.1. Tema

O tema deve ajudar o leitor a entender rapidamente o sentido geral do conteúdo, ele é a descrição do documento e deve concentrar-se no problema observado, e não defender uma solução específica (SOBEK; SMALLEY, 2010).

### 2.3.3.2. Contexto

É importante no contexto estabelecer uma ligação do que será tratado no relatório A3 com os objetivos da empresa, caso contrário o solucionador de problemas (autor do relatório) estará perdendo seu tempo ao trabalhar em uma questão que não contribuirá para o sucesso da organização, nesta etapa também podem ser incluídas informações de como o problema foi descoberto, quem está envolvido, os sintomas dos problemas, entre outros (SOBEK; SMALLEY, 2010).

### 2.3.3.3. Condições atuais

Para Sobek e Smalley (2010) este é o passo que mais diferencia a Toyota de qualquer outra empresa, esta etapa consiste em entender completamente um problema no contexto no qual este ocorre, e isto implica em ir fisicamente ao local real onde o problema ocorreu e observar a situação, colher o maior número de informações/dados. Muitos esforços para solução de problemas têm fracassado, pois os autores do A3 não entenderam suficientemente bem as condições atuais.

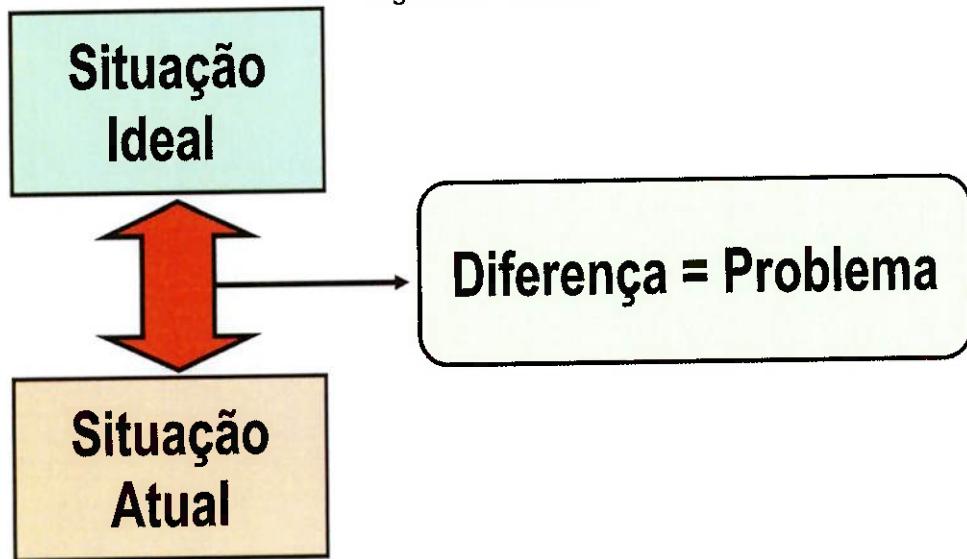
Nesta etapa é preciso descobrir porque o problema é um problema, ou seja, o que deveria estar acontecendo e não está e vice-versa. Caso o problema seja grande e vago é importante classificá-lo em problemas menores e mais concretos, estratificando um problema suficientemente, pode-se encontrar a causa fundamental efetiva e eficientemente (SOBEK; SMALLEY, 2010).

Quando a situação atual estiver esclarecida deve-se então criar uma representação visual, que retrate de maneira simples para a compreensão do leitor os elementos críticos do sistema ou processo que produziu o problema (SOBEK; SMALLEY, 2010).

#### 2.3.3.4. Problema

Segundo Campos (1992) problema é o resultado indesejado de um processo, o resultado dos processos pode ser medido por um item de controle, o que implicaria dizer que problema é ter um item de controle fora dos padrões aceitáveis/desejáveis, portanto problema é a diferença entre o resultado atual e um valor desejado (ideal) conforme figura 6. Problemas devem ser considerados como oportunidades de melhorias.

Figura 6 - Problema



### 2.3.3.5. Objetivos

Para Sobek e Smalley (2010) os objetivos devem lidar com duas questões fundamentais:

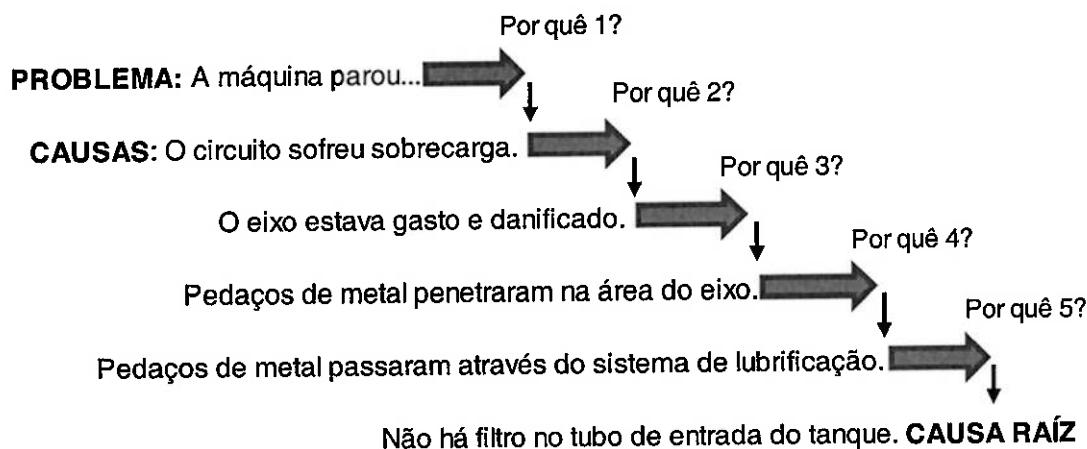
- Como saber que o projeto teve sucesso ao final da implantação?
- Que padrão ou base de comparação será usado?

É importante ter um padrão quantificável contra o qual comparar os resultados para confirmar se após a implantação das contramedidas houve ou não melhorias no processo (SOBEK; SMALLEY, 2010).

### 2.3.3.6. Análise da causa fundamental

A causa fundamental é aquela que se resolvida eliminará todas as ocorrências futuras do problema. Uma técnica comum de análise de causa fundamental é o método dos cinco porquês (SOBEK; SMALLEY, 2010). Para Ohno (1997) o sistema Toyota de produção tem sido construído com base na prática e na evolução desta abordagem científica (cinco porquês), perguntando cinco vezes porquê e respondendo cada vez é possível chegar à verdadeira causa do problema, que geralmente está escondida atrás de sintomas mais óbvios, a figura 7 apresenta um exemplo da aplicação dos cinco porquês.

Figura 7 - Exemplo de aplicação da análise dos 5 porquês.



Independente da técnica utilizada para determinar a causa fundamental, esta etapa tem por objetivo demonstrar, por dedução, lógica ou experimentação, o estabelecimento da relação entre causa e efeito.

#### **2.3.3.7. Contramedidas**

Após identificar a causa ou as causas fundamentais deve-se pensar em mudanças específicas ao sistema atual que trabalhem essas causas prevenindo a recorrência do problema, essas medidas específicas são chamadas de contramedidas. (SOBEK; SMALLEY, 2010).

Nesta etapa deve-se atentar para não confundir medidas temporárias com contramedidas. Uma medida temporária é implantada para resolver uma situação indesejável presente ou fazer uma situação retornar a sua condição original, esta medida não é capaz de eliminar a causa fundamental do problema, por outro, uma contramedida é adotada para eliminar a causa fundamental.

#### **2.3.3.8. Plano de implementação**

Para Sobek e Smalley (2010) grandes ideias deixam de ser realizadas porque a implantação é problemática, pois muitas vezes não há um caminho claro para esta implantação, para o mesmo autor é importante considerar alguns pontos ao elaborar o plano, são eles:

- Identificar quem implanterá a contramedida;
- Esclarecer exatamente o que deve ser feito;
- Esclarecer o prazo para finalizar a ação;
- Esclarecer o local da implantação.

#### **2.3.3.9. Acompanhamento**

Nesta etapa é possível validar a eficácia das contramedidas, se estas tiveram algum efeito positivo sobre problema, é importante utilizar para a comparação o mesmo padrão ou base definido na etapa objetivo, para Sobek e Smalley (2010)

este acompanhamento aumenta o nível de aprendizagem que ocorre nos eventos de solução de problemas.

Caso os resultados alcançados sejam satisfatórios, este novo processo torna-se padrão e o relatório A3 deve ser compartilhado, para que processos similares verifiquem se há possibilidades de problemas semelhantes e já atuem preventivamente.

### **3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

#### **3.1. Caracterização da organização**

O estudo de caso foi desenvolvido em uma multinacional de origem japonesa do setor automotivo fundada em 1937. Em 1958 iniciou suas atividades no Brasil, em São Paulo, na primeira unidade fabril fora do Japão, atualmente a organização conta com três unidades fabris no Brasil. Possui um total de 52 afiliadas em 27 países com aproximadamente 334.000 funcionários no total (TOYOTA, 2014).

Em 2013, vendeu 9,98 milhões de veículos e manteve a posição de maior montadora do mundo pelo segundo ano consecutivo.

A organização possui uma gestão de qualidade bem estruturada e os conceitos da produção enxuta já são aplicados em seus processos, portanto a metodologia relatório A3 já é amplamente utilizada.

#### **3.2. Estudo de caso**

O estudo consiste na utilização da metodologia A3 apresentada anteriormente para resolução de um problema na linha de montagem, para isto serão seguidos os passos descritos na revisão da literatura, o detalhe do estudo será descrito a seguir e em paralelo será elaborado o relatório A3 com as informações essenciais, o relatório final A3 está como apêndice.

##### **3.2.1. Tema**

O tema escolhido para o relatório A3 foi: Reduzir os defeitos na linha de montagem.

##### **3.2.2. Contexto**

A organização tem como missão produzir bons veículos e ser referência no mercado, o autor atua na organização no setor da qualidade que tem por missão garantir a qualidade dos veículos, visando alinhar o estudo a ser desenvolvido com

os objetivos da organização e o campo de atuação do autor, optou-se por desenvolver o estudo para reduzir os problemas de qualidade da linha de montagem. Defeitos na linha de montagem podem gerar paradas de linha e caso não sejam detectados pela inspeção final podem chegar ao cliente final e ter um impacto extremamente negativo para a organização, portanto espera-se como resultado deste trabalho a melhoria na qualidade e consequentemente redução de custos.

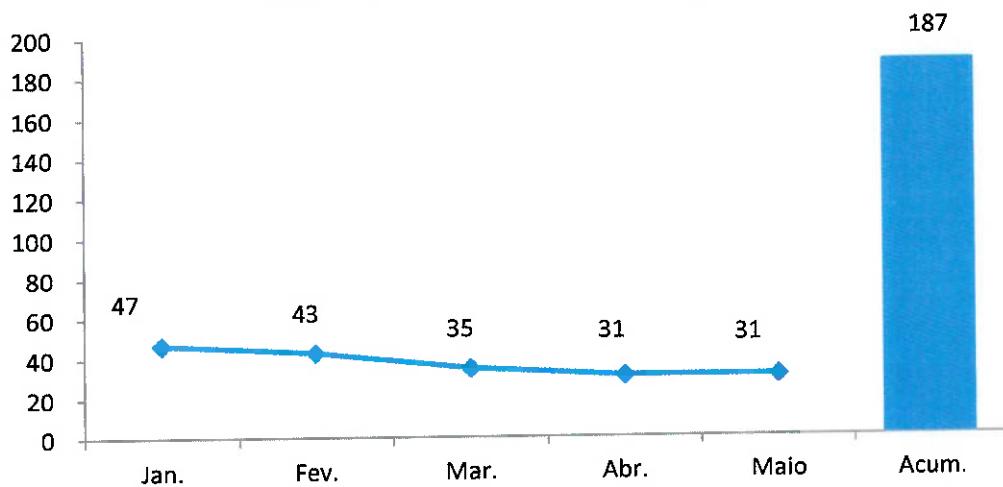
Primeiramente foi realizado o acompanhamento da produção visando à compreensão do fluxo das operações e a sistemática para apontamento de defeitos e em seguida iniciou-se a análise do indicador, o DEF (defeitos na linha de montagem), o que gerou uma oportunidade para o desenvolvimento deste estudo.

### 3.2.3. Condição atual

Primeiramente realizou-se o levantamento dos valores do DEF dos últimos 5 meses (de janeiro a maio), que estão representados no gráfico 1.

Gráfico 1 - DEF histórico de janeiro a maio de 2014

#### DEF - Linha de montagem



O gráfico 1 mostra uma boa tendência dos resultados de DEF para os meses analisados, no entanto o acumulado do período ficou acima do objetivo ( $\leq 175$ ), ou seja, ocorreram mais anormalidades na linha de montagem do que o esperado para o período. Apesar do gráfico 1 já fornecer uma informação sobre o estado da linha

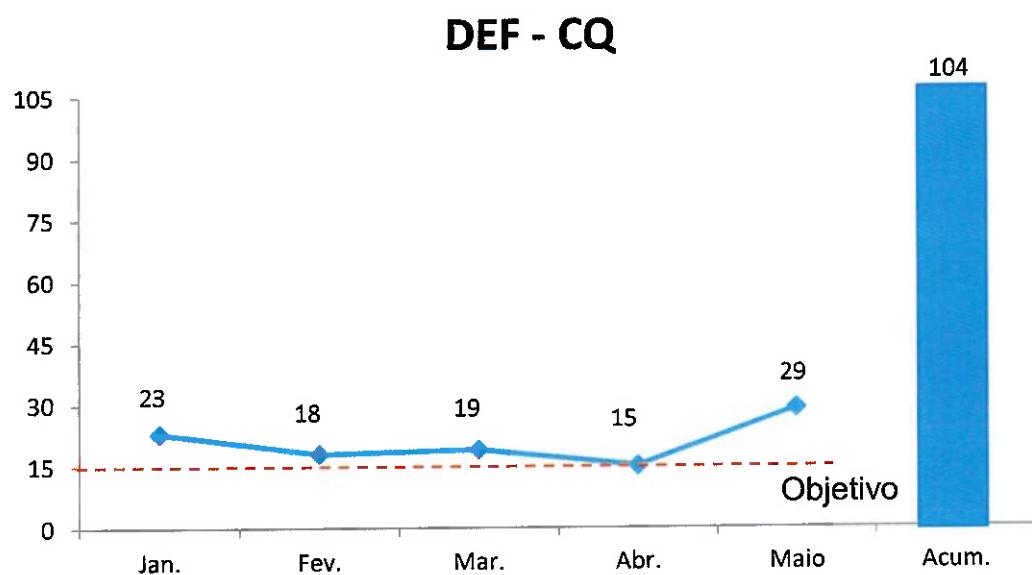
em relação aos defeitos, esta informação é um tanto quanto vaga e difícil de ser trabalhada, portanto para um melhor desenvolvimento da atividade os dados foram estratificados visando chegar a um problema menor, porém relevante para o índice. A tabela 1 apresenta a estratificação dos dados do gráfico 1 separando por responsabilidade, ou seja, separa os defeitos por processo gerador destes: engenharia, estamparia, funilaria, pintura, montagem, logística e peças (peças neste caso entende-se pelo processo de aquisição de componentes - fornecedores).

Tabela 1 - Estratificação do DEF por processo

Área	DEF
Engenharia	0
Estamparia	9
Funilaria	10
Pintura	27
Montagem	35
Logística	2
Peças	104
Acumulado	187

Na tabela 1 fica evidente que o processo de aquisição - fornecedores, ou seja, os componentes que a empresa compra é o principal responsável pelos defeitos detectados na linha de montagem. O gráfico 2 apresenta o resultado do DEF do período apenas considerando os problemas com componentes, mês a mês.

Gráfico 2 - DEF histórico de peças de janeiro a maio de 2014



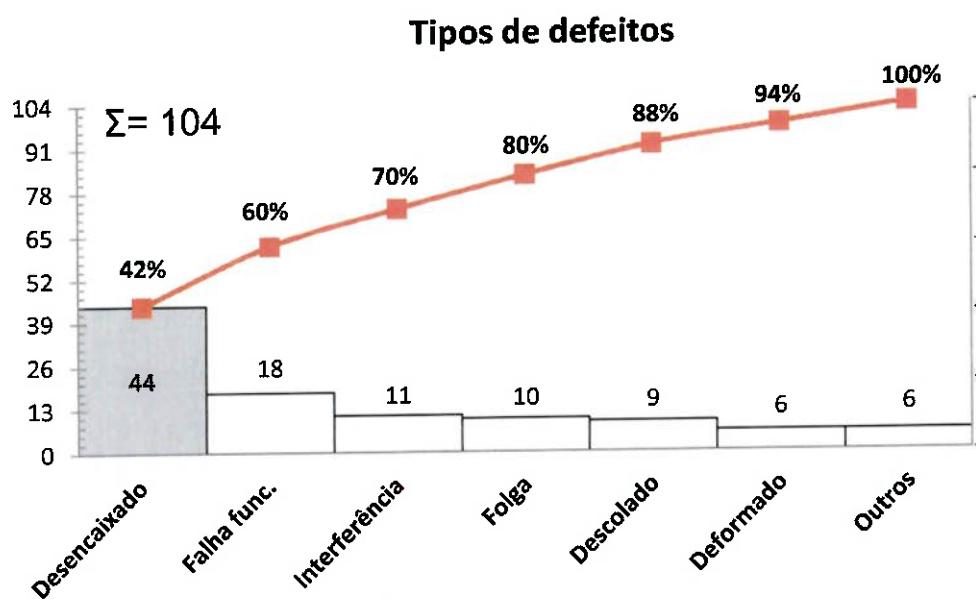
Os dados apresentados no gráfico 2 mostram que o objetivo  $\leq 15$  para os componentes comprados somente foi atingido em abril, portanto o grande desafio hoje da organização é melhorar o nível de qualidade destes fornecedores para que menos componentes defeituosos sejam enviados para a linha e se obtenha um melhor desempenho desta. Conforme Campos (1992) problema é a diferença entre a situação ideal e a situação real, como mostrado na figura 8.

Figura 8: Cenário atual



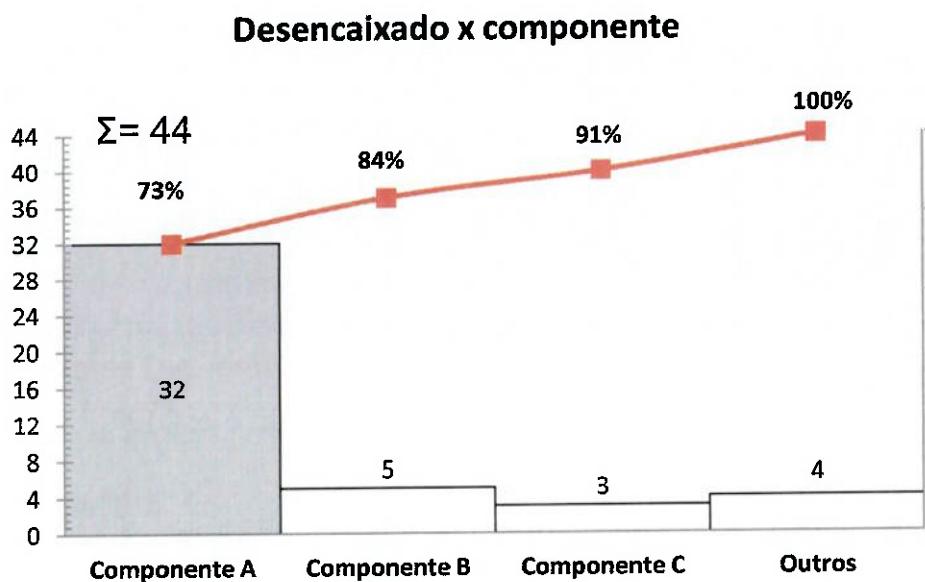
A organização possui aproximadamente 40 fornecedores nacionais que fornecem milhares de componentes, portanto ainda fica um problema muito amplo e difícil de ser tratado, o gráfico 3 apresenta a estratificação dos principais defeitos encontrados na linha com os componentes adquiridos.

Gráfico 3 - Estratificação por tipo de defeito (período: jan. a maio 2014)



Observa-se no gráfico 3 que o pior problema na linha é componente desencaixado, o gráfico 4 apresenta a estratificação deste defeito por componente.

Gráfico 4 - Estratificação do defeito desencaixado por componente



Com esta estratificação já é possível chegar a um problema mais específico, no entanto o gráfico 4 apresenta a estratificação deste problema, componente A desencaixado, por modelo de veículo e o gráfico 5 apresenta a distribuição dos problemas por turno de trabalho.

Gráfico 5 - Estratificação do defeito componente A desencaixado por modelo de veículo

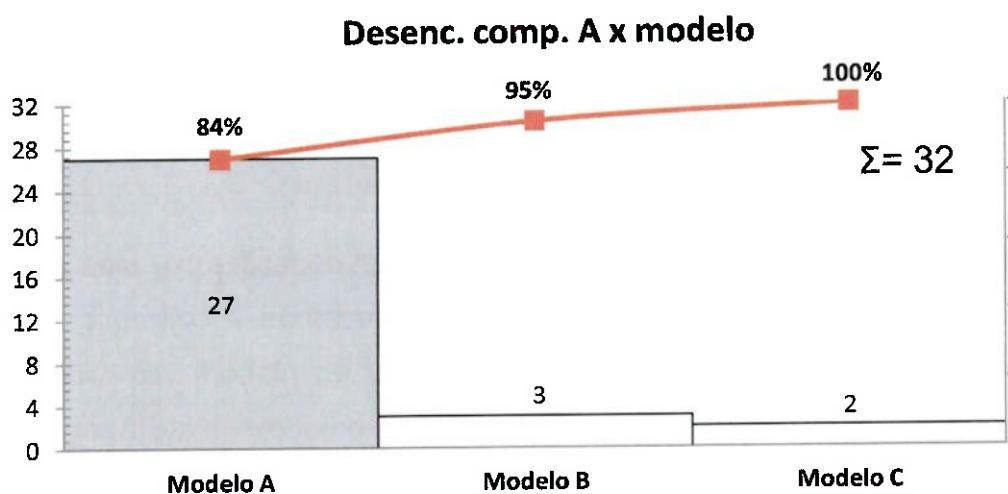
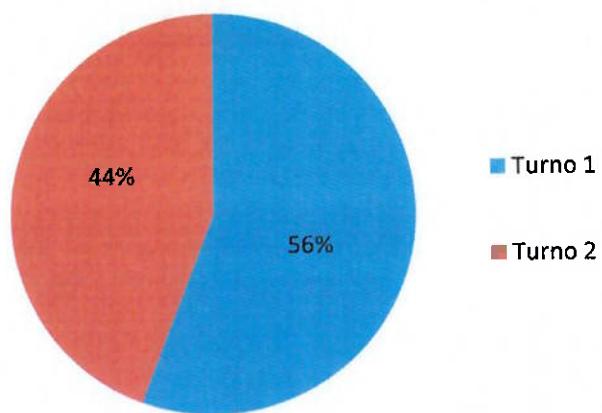


Gráfico 6 - Estratificação do defeito componente A desencaixado no modelo A por turno

### Estratificação por turno

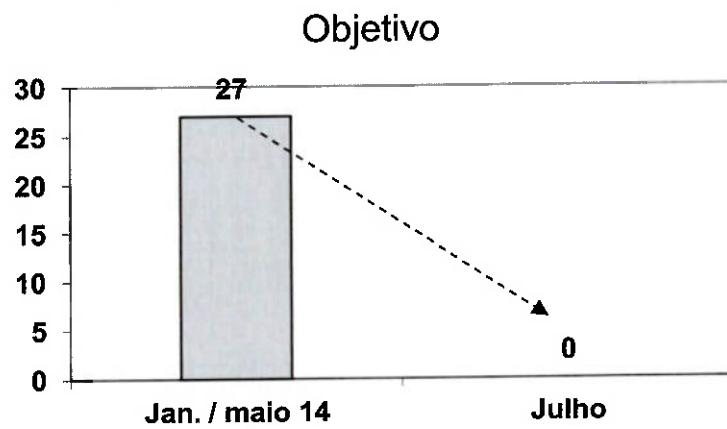


Com base nas estratificações apresentadas é possível verificar que o principal problema na linha de montagem é o componente “A” desencaixado no modelo “A” e que os operadores não têm influência no problema, visto que a distribuição dos defeitos entre os turnos é dividida, portanto este é o problema a ser analisado com mais detalhes nas próximas etapas do relatório A3.

#### 3.2.4. Objetivo

O objetivo desafiador do trabalho será eliminar o problema do componente “A” desencaixado no modelo “A” até julho de 2014, conforme mostrado no gráfico 7.

Gráfico 7 - Objetivo da pesquisa

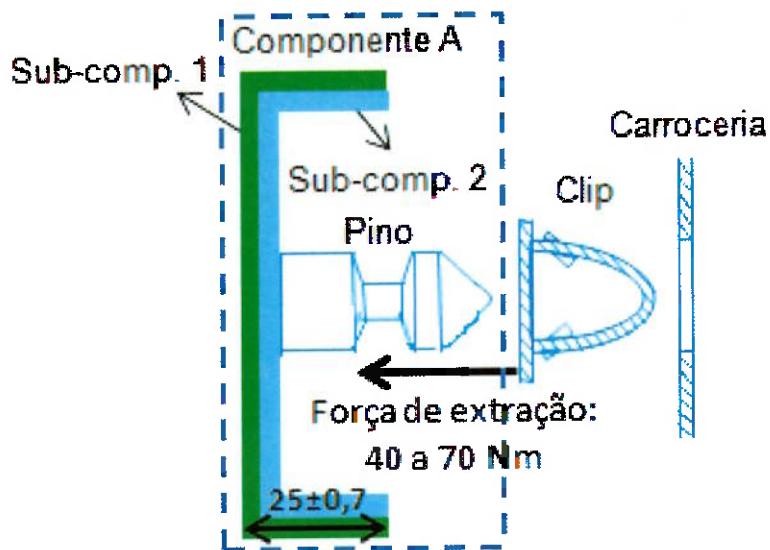


### 3.2.5. Análise da causa fundamental

Com o problema devidamente definido o próximo passo da metodologia é a definição da causa fundamental, para auxiliar nesta investigação utilizou-se do método dos 4 M's, ou seja, analisar máquina, mão de obra, método e matéria-prima identificando a influência destes no problema.

Nesta etapa de análise é muito importante o conhecimento do processo. O autor acompanhou o processo em ambos os turnos, chegando à conclusão que máquina, método e mão de obra não têm influência no problema. A peça é montada manualmente sem nenhum equipamento/dispositivo, o método estipulado em norma atende aos requisitos de projeto e a mão de obra segue o método definido. Foi dado prosseguimento na análise verificando os materiais (componentes) e sua influência no problema, são eles: componente A, clip e carroceria, conforme figura 8.

Figura 9 - Componentes envolvidos no problema



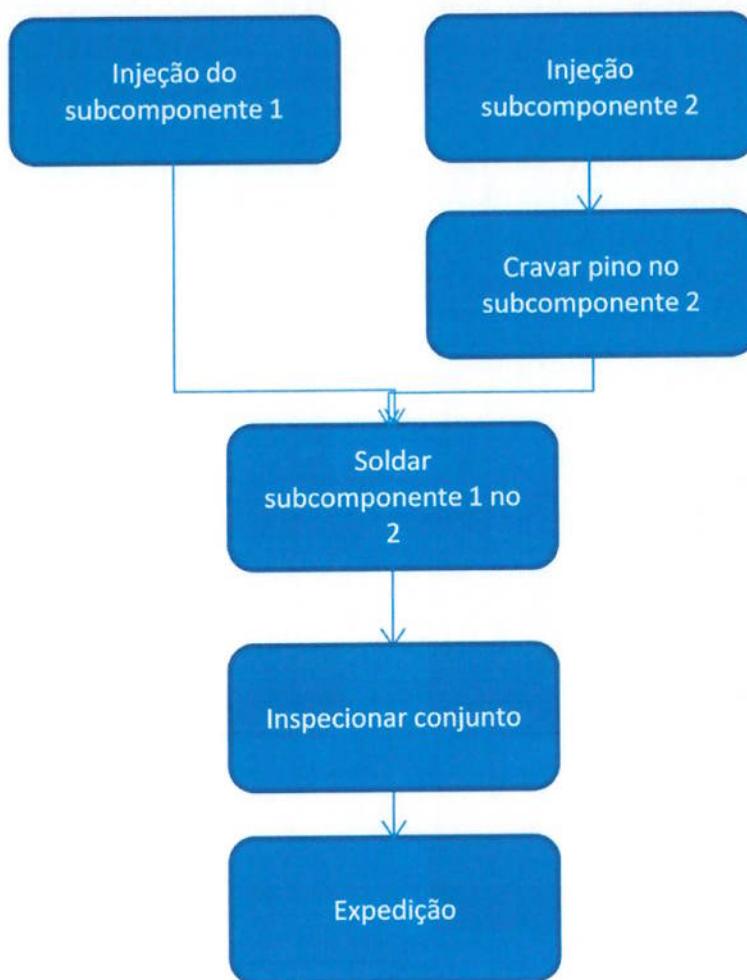
Através da análise de processo o autor também identificou que o defeito ocorria em duas situações diferentes, a primeira situação é a impossibilidade de encaixar o componente A (pino) no clip que está inserido na carroceria e a outra situação é que há a possibilidade de encaixar o componente A, porém este se solta depois de encaixado. Estas duas situações serão analisadas a seguir.

- Impossibilidade de encaixar o componente A.

Identificou-se neste caso que o dimensional do componente A estava fora do especificado, sendo especificado  $25\pm0,7$  e encontrado 25,8 a 26,3mm, este dimensional fora do especificado impossibilitava a montagem do componente A, inserção do pino no clip, pois havia o contato do componente A com a carroceria.

O componente A é fornecido por uma empresa nacional, o primeiro passo na análise foi o entendimento do processo e a verificação da estabilidade deste, o fluxo macro do processo está representado na figura 9.

Figura 10 - Fluxo simplificado do processo de fabricação do componente A



Para verificação da estabilidade do processo foi adicionada a carta de controle na operação soldar subcomponente 1 no subcomponente 2, a tabela 2 mostra os dados registrados em um lote de produção em condições normais de operação, sem registros de anormalidades, foram produzidas um total de 50 peças todas foram dimensionadas pelo mesmo operador e com o mesmo equipamento de medição.

Tabela 2 - Resultados obtidos em um lote de produção

Peça	Encontrado	RM	Peça	Encontrado	RM
1	25,1	-	26	24,9	0,2
2	25,2	0,1	27	25,2	0,3
3	25,4	0,2	28	24,8	0,4
4	25,2	0,2	29	25,2	0,4
5	25,1	0,1	30	25,2	0,0
6	24,9	0,2	31	24,9	0,3
7	25,2	0,3	32	26,2	1,3
8	25,2	0,0	33	25,0	1,2
9	24,8	0,4	34	24,9	0,1
10	25,3	0,5	35	25,2	0,3
11	26,2	0,9	36	25,0	0,2
12	24,9	1,3	37	24,9	0,1
13	25,1	0,2	38	25,2	0,3
14	25,3	0,2	39	25,1	0,1
15	25,3	0,0	40	25,1	0,0
16	25,3	0,0	41	25,3	0,2
17	25,1	0,2	42	24,9	0,4
18	24,9	0,2	43	24,9	0,0
19	26,1	1,2	44	26,2	1,3
20	25,3	0,8	45	26,3	0,1
21	25,3	0,0	46	25,2	1,1
22	24,8	0,5	47	25,0	0,2
23	26,3	1,5	48	25,9	0,9
24	25,3	1,0	49	26,1	0,2
25	25,1	0,2	50	25,2	0,9

Para elaboração dos gráficos de controle 8 e 9 foi necessário calcular os limites de controles conforme segue:

- Para o gráfico das amplitudes móveis (Rm)<sup>4</sup>:

$$\overline{Rm} = 0,42 \text{ (média das amplitudes)}$$

$$LSC = D_4 * \overline{Rm} = 3,267 * 0,42 = 1,38 \text{ (Limite superior de controle).}$$

$$LM = \overline{Rm} = 0,42 \text{ (Limite médio).}$$

$$LIC = D_3 * \overline{Rm} = 0 * 0,42 = \text{nenhum} \text{ (Limite inferior de controle).}$$

- Para o gráfico dos x:

$$\bar{x} = 25,27 \text{ (média amostral)}$$

<sup>4</sup> Os fatores D3, D4 foram retirados da tabela do anexo A, considerando n (tamanho da amostra) igual a 2.

$$LSC = \bar{x} + E_2 * \overline{Rm} = 25,27 + 2,660 * 0,42 = 26,39 \text{ (Limite superior de controle)}^5.$$

$$LM = \bar{x} = 25,27 \text{ (Limite médio).}$$

$$LIC = \bar{x} - E_2 * \overline{Rm} = 25,27 * 2,660 * 0,42 = 24,15 \text{ (Limite inferior de controle).}$$

Gráfico 8 - Gráfico de controle da amplitude variável

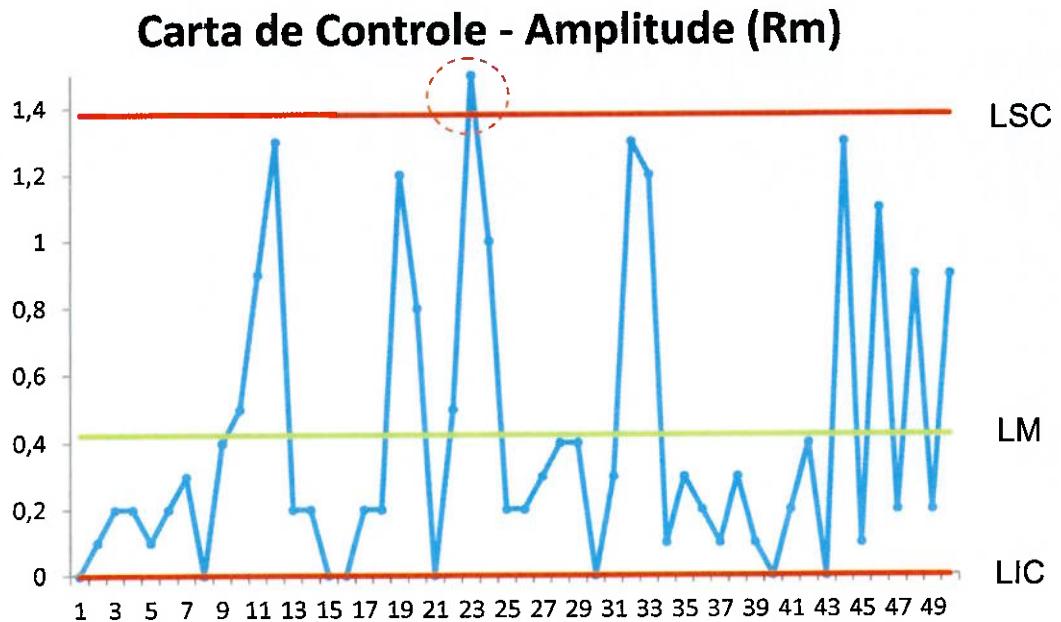
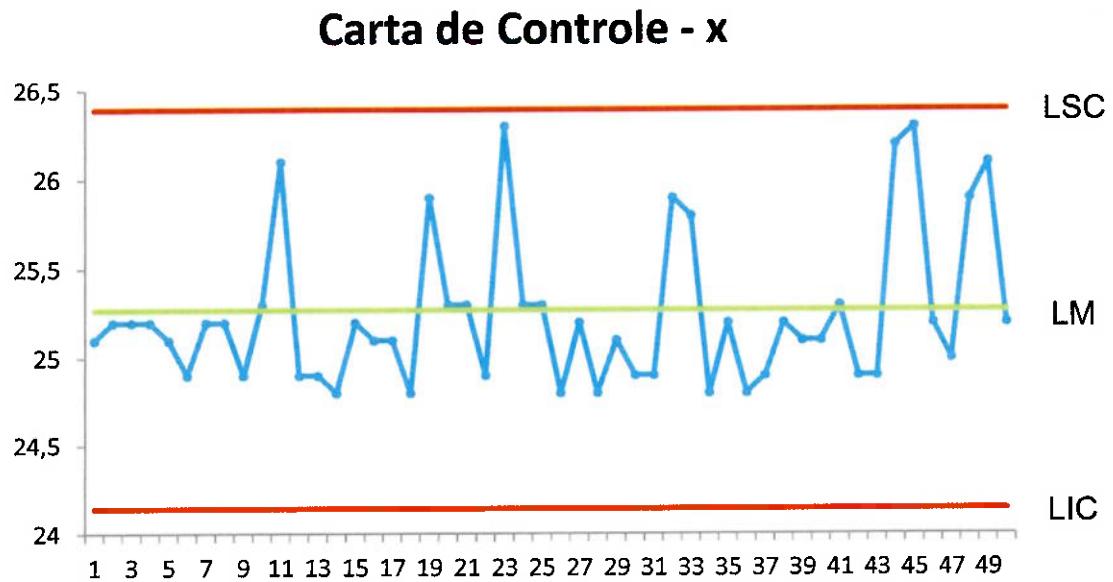


Gráfico 9 - Gráfico de controle dos valores registrados



<sup>5</sup> O fator E2 foi retirado da tabela do anexo A, considerando n (tamanho da amostra) igual a 2.

O gráfico da amplitude variável apresenta um ponto fora do limite de controle superior o que indica que há grande variabilidade no processo por alguma causa especial, portanto considera-se o processo instável.

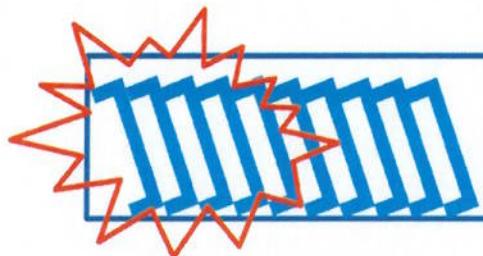
Depois de evidenciado que o processo não é estável a análise se seguiu em busca de descobrir qual a causa especial que estava influenciando no processo de solda, para isto foi realizado o controle dimensional dos subcomponentes 1 e 2, para ambos os componentes o fornecedor controlava apenas peso e aparência. Foram controladas 40 peças de cada subcomponente e evidenciado que o subcomponente 1 apresentava uma maior variação, conforme tabela 3.

Tabela 3 - Resultados da medição do subcomponente 1

<b>Subcomponente 1 - especificado <math>27,0 \pm 0,5</math></b>			
1	27,2	21	28,9
2	27,2	22	27,2
3	27,2	23	27,1
4	27,3	24	27,2
5	27,2	25	27,2
6	27,3	26	27,4
7	27,2	27	27,3
8	27,2	28	28,7
9	27,1	29	27,2
10	27,2	30	27,3
11	27,3	31	27,2
12	29,0	32	27,1
13	27,2	33	28,9
14	28,7	34	27,3
15	28,9	35	27,2
16	27,1	36	29,0
17	27,2	37	27,2
18	29,0	38	27,3
19	27,2	39	27,2
20	27,3	40	27,2

Analizando o porquê um componente injetado tinha uma variação em alguns casos de até 2 mm da nominal descobriu-se que a embalagem gerava a deformação nas peças, portanto as peças saiam da injetora conforme especificado, no entanto na embalagem entre os processo de injeção e solda, o subcomponente 1 se deformava, a figura 10 ilustra a embalagem das peças.

Figura 11 - Disposição das peças na embalagem (vista frontal)



O subcomponente 1 era embalado em duas fileiras de 10 peças cada, nas medições constatou-se que 4 peças de cada fileira se deformava devido ao esforço que sofria. Chegou-se então à seguinte análise do problema:

**Problema:** Componente A fora do especificado (espec.  $25\pm0,7$  ; enc. 26,3);

**Por quê:** Variação no processo de solda (subcomp. 1 x subcomp. 2);

**Por quê:** Variação dimensional subcomponente 1;

**Por quê:** Subcomponente 1 sofre deformação na embalagem intermediária;

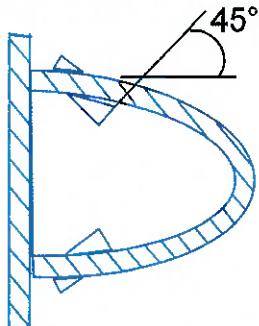
**Por quê:** Arranjo físico das peças inadequado;

**Por quê:** Não houve avaliação da embalagem.

Na sequência da investigação foi analisado o outro defeito encontrado na linha, componente A se solta facilmente após montado.

A investigação se iniciou com a verificação dimensional do pino do componente A e do clip e se identificou que o clip possuía um ângulo fora do especificado, conforme tabela 4, já o pino estava conforme especificações.

Tabela 4 - Resultados da análise dimensional do clip



Espec. $45^\circ \pm 2^\circ$		
Cavidade	Encontrado	Resultado
1	$44^\circ$	bom
2	$43^\circ$	bom
3	$44^\circ$	bom
4	$36^\circ$	ruim
5	$43^\circ$	bom
6	$35^\circ$	ruim
7	$36^\circ$	ruim
8	$44^\circ$	bom

Na sequência da análise foi realizado o teste de extração pino x clip no veículo, foram avaliadas dez amostras ( $n=10$ ) de todas as cavidades de injeção do clip, obtendo-se os resultados apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Resultados teste de extração do pino x clip

Extração espec. 40 a 70 Nm	
Cavidade	Encontrado ( $n=10$ )
1	52
2	49
3	50
4	33
5	53
6	32
7	35
8	53

Com esta análise se evidenciou que o ângulo de  $45^\circ$  tinha influência direta na retenção do pino do componente A e que os clips das cavidades 4, 6 e 7 estão fora

do especificado. Não foi possível dar continuidade na análise do clip, pois é importado.

**Problema:** Força de extração abaixo do especificado (espec. 40 a 70; enc: 32Nm).

**Por quê:** Dimensional do clip fora do especificado (espec.  $45^{\circ}\pm2^{\circ}$ ; enc. 35%).

Conclui-se então nesta etapa de análise da causa fundamental que há duas causas raízes para o problema do componente A desencaixado:

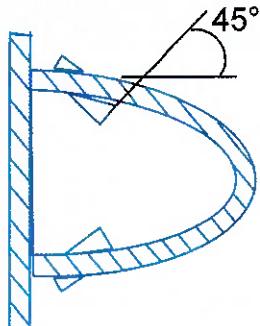
- **Causa raiz 1:** Dimensional do clip fora do especificado (espec.  $45^{\circ}\pm2^{\circ}$ ; enc. 35%).
- **Causa raiz 2:** Não houve avaliação da embalagem.

### **3.2.6. Contramedidas**

Após definidas as causas do problema o próximo desafio foi determinar e implantar ações que pudessem eliminar essas causas.

Para a causa raiz 1 a dificuldade para implantar contramedidas foi maior, pois trata-se de um item importado, primeiramente como contenção foram segregadas os clips das cavidades 4, 6 e 7 e um relatório de reclamação com os detalhes do problema foi enviado ao fornecedor para que este pudesse corrigir o problema o mais rápido possível, pois o tempo de transporte destas peças é de aproximadamente sessenta dias. Passados vinte dias após o envio da reclamação o fornecedor respondeu que realizou a correção do molde retrabalhando as cavidades 4,6 e 7 e enviou em avançado algumas amostras para a confirmação da eficácia das ações, tabela 6 traz os valores das análises destas amostras.

Tabela 6 - Resultados análise dimensional do clip após correção



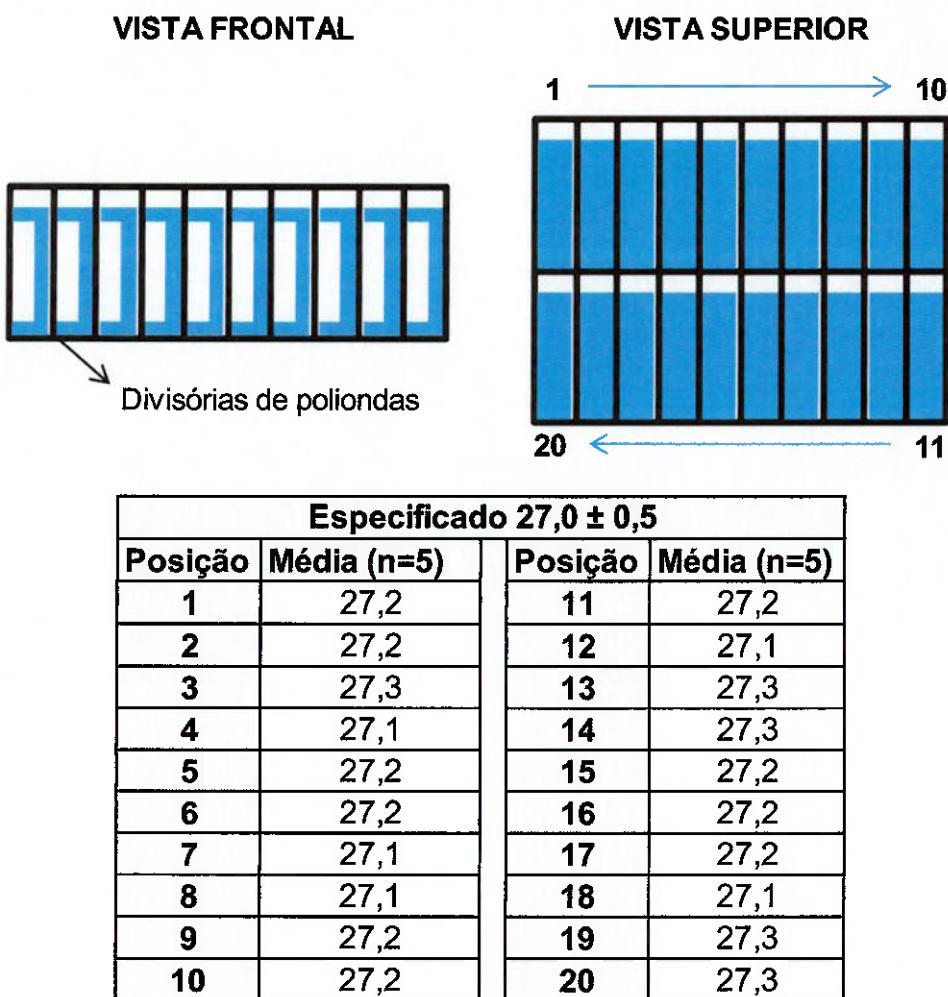
Espec. $45^\circ \pm 2^\circ$		
Cavidade	Encontrado	Resultado
4	46	bom
6	45	bom
7	45	bom

Extração espec. 40 a 70 Nm	
Cavidade	Encontrado (n=10)
4	61
6	57
7	58

Com base nas análises realizadas nas amostras confirmou-se que a ação corretiva do fornecedor foi eficiente.

Para a causa raiz 2 optou-se por realizar uma melhoria na embalagem disponível, esta melhoria consistiu em adicionar divisórias de poliondas para que as peças não tivessem contato entre si, pois este contato era o gerador do esforço. Com esta contramedida também foi possível retirar a responsabilidade da mão de obra referente ao posicionamento das peças, com as divisórias o operador seria condicionado a armazenar as peças corretamente, a tabela 7 apresenta os resultados obtidos com a melhoria e o croqui da embalagem modificada.

Tabela 7 - Resultado das análises após a melhoria na embalagem



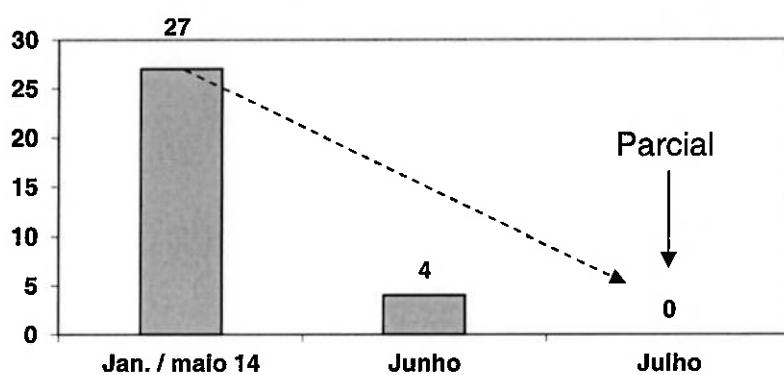
Com base nas análises realizadas após a melhoria conclui-se que a contramedida foi eficiente para eliminar o problema. Para evitar a recorrência foi elaborada a norma instruindo como embalar as peças, mostrando as caixas que devem ser utilizadas e o modo correto de embalar, adicionando como ponto chave para que o operador inspecione a embalagem verificando a presença correta do poliondas. Para evitar possíveis recorrências foi adicionado no procedimento de análise crítica de embalagens a necessidade de realizar análise dimensional nas peças.

### 3.2.7. Acompanhamento

Após a implantação das contramedidas foi realizado o acompanhamento do problema na linha de montagem, no mês de junho houve uma redução de

aproximadamente 85% dos defeitos relacionados ao componente A desencaixado no modelo A, os quatro casos que ocorreram em junho foram devido ao componente A soltar-se após montado, devido ao problema com o clip, foram clips que passaram pela contenção, já no mês de julho não houve ocorrências até o momento. A previsão de chegada dos clips corrigidos é para o final do mês de julho. Até o momento o objetivo do trabalho foi atingido, conforme gráfico 10.

Gráfico 10 - Acompanhamento da eficácia das ações



### 3.2.8. Padronizar

Após a implantação de uma melhoria/contramedida o passo seguinte é a padronização para que um novo ciclo de melhoria possa ser aplicado, para o caso desta pesquisa deverão ser padronizadas a embalagem para armazenamento do subcomponente 1 e a norma de manuseio/armazenamento.

## 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a aplicação da metodologia foram satisfatórios, o problema analisado foi solucionado ocorrendo a consequente redução dos problemas na linha de montagem. A metodologia auxiliou na sistematização do pensamento, durante a elaboração do A3 o processo de mentoreamento dos superiores foi um ótimo modelo de treinamento, auxiliou o autor a obter maior conhecimento do processo e na análise de problemas.

Um dos desafios na elaboração do A3 foi a compilação das informações para adequá-las ao formato A3, a princípio se imagina que muita informação foi deixada fora do relatório, porém ao relê-lo pode-se observar que este contém o essencial para o registro do problema e sua respectiva análise, observa-se também que para os níveis de supervisão/gerência o relatório no formato A3 é muito prático, uma vez que os superiores podem facilmente ficar a par da situação com uma explicação sucinta sem acúmulo de papéis e informações irrelevantes. O relatório A3 final está como apêndice deste trabalho.

Como sugestão para próximos trabalhos poderia ser realizada uma análise comparativa do relatório final do MASP com o A3, com o objetivo de verificar se as informações que não são descritas no A3 por motivo de espaço afetam o entendimento de pessoas alheias ao problema e que poderiam utilizar estas informações para o caso de análises de problemas similares.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 9000:2005  
“**Sistema de gestão da qualidade – Fundamentos e Vocabulário**”. Rio de Janeiro, 2005.

BRANDI, D; MOREIRA, C.;CAMPOS, F. **Relação entre a gestão do conhecimento e a metodologia do relatório A3 aplicado ao processo de padronização**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2012.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total – no estilo japonês**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

ESPOSTO, K. F. **Elementos estruturais para gestão de desempenho em ambiente de produção enxuta**. Tese – Doutorado em Engenharia de Produção - Escola de Engenharia de São Carlos, 2008.

ISHIKAWA, KAORU. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

LEAN. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/86/estabilidade-na-producao-da-toyota-do-brasil.aspx>>. Acesso em: 10.abr. 2014.

LIKER, JEFFREY K; MEIER, DAVID. **O modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007

MICHAELIS. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.michaelis.uol.com.br>>. Acesso em: 27.abr. 2014.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, D. P. **Introdução à qualidade total – GEQ-021. Programa de Educação Continuada em Engenharia da Escola Politécnica – PECE. Apostila**. São Paulo, 2008.

RIBEIRO, P. M. F. **Aplicação da metodologia A3 como instrumento de melhoria contínua em uma empresa da indústria de linha branca**. Trabalho Final – Graduação em Engenharia de Produção Mecânica– Escola de Engenharia de São Carlos, 2012.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009. 3ed

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Toyota do Brasil. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.toyota.com.br>>. Acesso em: 02.maio. 2014.

VERAS, C. M. A. **Sistema Toyota de Produção (Toyota Way)**. Maranhão, 2009.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 3ed.

**ANEXO A – FATORES PARA CÁLCULO DE LIMITES DE CONTROLE<sup>6</sup>**

<b>n</b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>3</sub></b>	<b>E<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	<b>B<sub>4</sub></b>	<b>D<sub>3</sub></b>	<b>D<sub>4</sub></b>
2	1,880	2,695	2,660	-	3,267	-	3,267
3	1,023	1,954	1,772	-	2,568	-	2,574
4	0,729	1,628	1,457	-	2,266	-	2,282
5	0,577	1,427	1,290	-	2,089	-	2,114
6	0,483	1,287	1,184	0,030	1,970	-	2,004
7	0,419	1,182	1,109	0,118	1,882	0,076	1,924
8	0,373	1,099	1,054	0,185	1,815	0,136	1,864
9	0,337	1,032	1,010	0,239	1,761	0,184	1,816
10	0,308	0,975	0,975	0,284	1,716	0,223	1,777

---

<sup>6</sup> MONTGOMERY, D. C., 1996 apud ROTONDARO et al., 2014, p. 352

**APÊNDICE A – RELATÓRIO A3 FINAL**

# TEMA: REDUZIR OS DEFEITOS NA LINHA DE MONTAGEM

CONTEXTO		Approved	Checado	Elaborado																																																														
<p><b>Missão da Organização:</b> Producir bons veículos e ser referência no mercado</p>	<p><b>Missão do Departamento:</b> Garantir a qualidade dos veículos e a melhoria contínua</p>																																																																	
<p><b>I. CONDIÇÃO ATUAL</b></p> <p><b>a) Histórico DEF (defeitos) linha - Jan.14 a Maio 14</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Area</th> <th>DEF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Engenharia</td><td>0</td></tr> <tr><td>Estamparia</td><td>9</td></tr> <tr><td>Funilaria</td><td>10</td></tr> <tr><td>Pintura</td><td>27</td></tr> <tr><td>Montagem</td><td>35</td></tr> <tr><td>Logística</td><td>2</td></tr> <tr><td>Pecas</td><td>104</td></tr> <tr><td>Acumulado</td><td>187</td></tr> </tbody> </table> <p><b>b) DEF de Peças - Jan.'14 to May'14</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>DEF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jan.</td><td>47</td></tr> <tr><td>Fev.</td><td>43</td></tr> <tr><td>Mar.</td><td>35</td></tr> <tr><td>Abr.</td><td>31</td></tr> <tr><td>Maio</td><td>31</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Situação Atual:</b> 104 defeitos</p> <p><b>Situação Ideal:</b> ≤ 75 defeitos</p> <p><b>Problema:</b> 29 defeitos</p>					Area	DEF	Engenharia	0	Estamparia	9	Funilaria	10	Pintura	27	Montagem	35	Logística	2	Pecas	104	Acumulado	187	Mês	DEF	Jan.	47	Fev.	43	Mar.	35	Abr.	31	Maio	31																																
Area	DEF																																																																	
Engenharia	0																																																																	
Estamparia	9																																																																	
Funilaria	10																																																																	
Pintura	27																																																																	
Montagem	35																																																																	
Logística	2																																																																	
Pecas	104																																																																	
Acumulado	187																																																																	
Mês	DEF																																																																	
Jan.	47																																																																	
Fev.	43																																																																	
Mar.	35																																																																	
Abr.	31																																																																	
Maio	31																																																																	
<p><b>II. ESTRATIFICAÇÃO</b></p> <p><b>a) Estratificando os defeitos de peças</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Modelo</th> <th>Defeito</th> <th>Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="4">Modelo A</td><td>Desencaixado</td><td>44</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>18</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>13</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>11</td></tr> <tr><td rowspan="4">Modelo B</td><td>Desencaixado</td><td>27</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>3</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>2</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>1</td></tr> <tr><td rowspan="4">Modelo C</td><td>Desencaixado</td><td>2</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>1</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>1</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Desencaixado x componente</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>44</td></tr> <tr><td>B</td><td>32</td></tr> <tr><td>C</td><td>32</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Estratificação por turno</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Turno</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Turno 1</td><td>56%</td></tr> <tr><td>Turno 2</td><td>44%</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Desenc. comp. A x modelo</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Modelo</th> <th>Defeito</th> <th>Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="2">Modelo A</td><td>Desencaixado</td><td>32</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>28</td></tr> <tr><td rowspan="2">Modelo B</td><td>Desencaixado</td><td>20</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>16</td></tr> <tr><td rowspan="2">Modelo C</td><td>Desencaixado</td><td>12</td></tr> <tr><td>Desencaixado</td><td>8</td></tr> </tbody> </table>					Modelo	Defeito	Quantidade	Modelo A	Desencaixado	44	Desencaixado	18	Desencaixado	13	Desencaixado	11	Modelo B	Desencaixado	27	Desencaixado	3	Desencaixado	2	Desencaixado	1	Modelo C	Desencaixado	2	Desencaixado	1	Desencaixado	1	Desencaixado	1	Componente	Quantidade	A	44	B	32	C	32	Turno	Porcentagem	Turno 1	56%	Turno 2	44%	Modelo	Defeito	Quantidade	Modelo A	Desencaixado	32	Desencaixado	28	Modelo B	Desencaixado	20	Desencaixado	16	Modelo C	Desencaixado	12	Desencaixado	8
Modelo	Defeito	Quantidade																																																																
Modelo A	Desencaixado	44																																																																
	Desencaixado	18																																																																
	Desencaixado	13																																																																
	Desencaixado	11																																																																
Modelo B	Desencaixado	27																																																																
	Desencaixado	3																																																																
	Desencaixado	2																																																																
	Desencaixado	1																																																																
Modelo C	Desencaixado	2																																																																
	Desencaixado	1																																																																
	Desencaixado	1																																																																
	Desencaixado	1																																																																
Componente	Quantidade																																																																	
A	44																																																																	
B	32																																																																	
C	32																																																																	
Turno	Porcentagem																																																																	
Turno 1	56%																																																																	
Turno 2	44%																																																																	
Modelo	Defeito	Quantidade																																																																
Modelo A	Desencaixado	32																																																																
	Desencaixado	28																																																																
Modelo B	Desencaixado	20																																																																
	Desencaixado	16																																																																
Modelo C	Desencaixado	12																																																																
	Desencaixado	8																																																																
<p><b>III. Objetivo</b></p> <p>Eliminar o problema de componente "A" desencaixado no veículo modelo "A" até o mês de julho de 2014</p>																																																																		
<p><b>IV. ANÁLISE DA CAUSA RAIZ</b></p> <p><b>Legenda:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ = Verificado, tem influência</li> <li>✗ = Verificado, não tem influência</li> </ul>																																																																		
<p><b>V. CONTRAMEDIDAS:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Causa Raiz</th> <th>Contramedida</th> <th>Resp.</th> <th>Prazo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>Dimensional do clip fora do especificado</td> <td>1.1 Segregar cavidades 4, 6 e 7</td> <td>Fabiano</td> <td>27/05/14 → Realizado</td> </tr> <tr> <td>Confirmar eficácia da correção</td> <td>1.2 Solicitar correção ao fornecedor</td> <td></td> <td>27/05/14 → Realizado</td> </tr> <tr> <td>1.3 Confirmar eficácia da correção após ações.</td> <td>1.3 Confirmar eficácia da correção</td> <td></td> <td>25/06/14 → Realizado *</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td>Alterar disposição das peças na embalagem</td> <td>1.1 Alterar disposição das peças na embalagem</td> <td>Fornecedor</td> <td>03/06/14 → Realizado</td> </tr> <tr> <td>1.2 Adicionar no procedimento de análise crítica de embalagens realizar o dimensional das peças</td> <td>1.2 Adicionar no procedimento de análise crítica de embalagens realizar o dimensional das peças</td> <td>Fornecedor</td> <td>04/06/14 → Realizado</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> * Foi realizado a confirmação em amostras enviadas pelo fornecedor, porém o primeiro lote corrigido</p>					Item	Causa Raiz	Contramedida	Resp.	Prazo	1	Dimensional do clip fora do especificado	1.1 Segregar cavidades 4, 6 e 7	Fabiano	27/05/14 → Realizado	Confirmar eficácia da correção	1.2 Solicitar correção ao fornecedor		27/05/14 → Realizado	1.3 Confirmar eficácia da correção após ações.	1.3 Confirmar eficácia da correção		25/06/14 → Realizado *	2	Alterar disposição das peças na embalagem	1.1 Alterar disposição das peças na embalagem	Fornecedor	03/06/14 → Realizado	1.2 Adicionar no procedimento de análise crítica de embalagens realizar o dimensional das peças	1.2 Adicionar no procedimento de análise crítica de embalagens realizar o dimensional das peças	Fornecedor	04/06/14 → Realizado																																			
Item	Causa Raiz	Contramedida	Resp.	Prazo																																																														
1	Dimensional do clip fora do especificado	1.1 Segregar cavidades 4, 6 e 7	Fabiano	27/05/14 → Realizado																																																														
	Confirmar eficácia da correção	1.2 Solicitar correção ao fornecedor		27/05/14 → Realizado																																																														
	1.3 Confirmar eficácia da correção após ações.	1.3 Confirmar eficácia da correção		25/06/14 → Realizado *																																																														
2	Alterar disposição das peças na embalagem	1.1 Alterar disposição das peças na embalagem	Fornecedor	03/06/14 → Realizado																																																														
	1.2 Adicionar no procedimento de análise crítica de embalagens realizar o dimensional das peças	1.2 Adicionar no procedimento de análise crítica de embalagens realizar o dimensional das peças	Fornecedor	04/06/14 → Realizado																																																														
<p><b>VI. ACOMPANHAMENTO</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>DEF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jan.</td><td>47</td></tr> <tr><td>Fev.</td><td>43</td></tr> <tr><td>Mar.</td><td>35</td></tr> <tr><td>Abr.</td><td>31</td></tr> <tr><td>Maio</td><td>31</td></tr> </tbody> </table> <p><b>VII. Padronização</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O que?</th> <th>Quando?</th> <th>Quem?</th> <th>Porque?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elaborar norma para embalagem de todos os componentes</td> <td>jul/14</td> <td>Fornecedor</td> <td>Evitar a recorrência do problema (componente deformado)</td> </tr> <tr> <td>Reavaliar todas as embalagens</td> <td>jul/14</td> <td>Fornecedor</td> <td>Evitar a recorrência do problema (componente deformado)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Padronização da operação</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Verificando potenciais de deformação</td> </tr> </tbody> </table>					Mês	DEF	Jan.	47	Fev.	43	Mar.	35	Abr.	31	Maio	31	O que?	Quando?	Quem?	Porque?	Elaborar norma para embalagem de todos os componentes	jul/14	Fornecedor	Evitar a recorrência do problema (componente deformado)	Reavaliar todas as embalagens	jul/14	Fornecedor	Evitar a recorrência do problema (componente deformado)				Padronização da operação				Verificando potenciais de deformação																														
Mês	DEF																																																																	
Jan.	47																																																																	
Fev.	43																																																																	
Mar.	35																																																																	
Abr.	31																																																																	
Maio	31																																																																	
O que?	Quando?	Quem?	Porque?																																																															
Elaborar norma para embalagem de todos os componentes	jul/14	Fornecedor	Evitar a recorrência do problema (componente deformado)																																																															
Reavaliar todas as embalagens	jul/14	Fornecedor	Evitar a recorrência do problema (componente deformado)																																																															
			Padronização da operação																																																															
			Verificando potenciais de deformação																																																															