

Wagner Mello Fragoso

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 6 SIGMA NA MELHORIA DO
PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS**

São Paulo

2014

Wagner Mello Fragoso

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 6 SIGMA NA MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS

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

Orientadores: Profs. Drs. Adherbal Caminada
Netto e Gilberto Francisco Martha de Souza

São Paulo

2014

MBA/CG
F842a

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600022720

Catálogo-na-publicação

2502630

Fragoso, Wagner Mello

Aplicação da metodologia Seis Sigma na melhoria do processo de uma empresa de autopeças / W.M. Fragoso. -- São Paulo, 2014.

78 p.

Monografia (MBA em Gestão e Engenharia da Qualidade) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Administração da qualidade 2.Metodologia Seis Sigma I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

Dedicatória

Dedico esse trabalho a minha família; minha adorável esposa Flávia e a razão de meu viver, minha filha Júlia

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a minha mãe, que me sempre me incentivou nos estudos, hoje vejo a importância dele para continuar crescendo.

Aos meus orientadores, Professores Adherbal Caminada Netto e Gilberto Francisco Martha de Souza, com suas orientações valiosas para o desenvolvimento desse trabalho.

Demais professores que compartilharam os seus conhecimentos e experiências, certamente foram fontes preciosas na elaboração desse trabalho.

Meus amigos que durante a minha vida profissional ajudaram do meu crescimento profissional.

A todo o grupo de Seis Sigma que trabalhou no projeto.

E aqueles que direta ou indiretamente participaram desse trabalho.

O meu reconhecimento, Muito Obrigado a Todos!

A sobrevivência não é obrigatória

(W.E Deming)

RESUMO

A Qualidade tem-se tornado um importante fator estratégico para as grandes e pequenas empresas atuantes no setor automotivo, ou até mesmo para as de serviços, atuantes neste mesmo setor, afetando a competitividade e portanto a sobrevivência no mercado nacional e mundial devido à globalização das atividades do setor em análise.

A utilização de ferramentas da qualidade nas empresas como, por exemplo, a metodologia Seis Sigma, auxilia no melhor desempenho dos processos em função da redução da variabilidade, reduzindo a ocorrência das não-conformidades, fato que causa o aumento na satisfação dos clientes.

A metodologia Seis Sigma é estruturada em etapas e baseia-se em métodos estatísticos, tendo como foco a melhoria contínua dos processos e dos produtos. Esse trabalho apresenta a utilização da metodologia Seis Sigma em uma empresa atuante no setor automotivo, a qual obteve uma significativa melhoria em um dos seus processos. Outro ponto importante da metodologia Seis Sigma é o trabalho em grupo. Com a união das pessoas que trabalham nos processos de engenharia e produção é realizado um *benchmark* para que todos tenham a mentalidade da busca pela melhoria contínua.

Palavra chave - Metodologia Seis Sigma nas empresas de autopeças.

ABSTRACT

Quality has become an important strategy factor for the large and small automotive companies active in the automotive sector, even for services companies acting in the same sector, affecting the competitiveness and therefore the survival in the national and international market, due to globalization of activities in the sector under analysis.

The use of quality tools in the companies like the Six Sigma methodology assists in better performance of processes due to the reduction of variability, reducing the occurrence of nonconformities, fact that causes an increase in customer satisfaction.

The Six Sigma methodology is structured in stages and is based on statistical methods, a focus on continuous improvement of processes and products. This work presents the use of Six Sigma methodology in a company active in the automotive sector, which achieved a significant improvement in one of its processes. Another important point in the six sigma methodology is group work. With the union of people working in the engineering and production processes, the benchmark is performed for everyone to have a mindset of always looking for continuous improvement.

Key words - Six Sigma methodology in auto parts companies

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 Fases do APQP	26
Figura 02 Datas Seis Sigma	28
Figura 03 Curva Seis Sigma	30
Figura 04 Ganhos com o Seis Sigma nas Empresas.....	33
Figura 05 Fases do DMAIC.....	40
Figura 06 Exemplo de Sujeira Interna no Quadro.....	44
Figura 07 Exemplo de Sujeira Interna no Quadro.....	44
Figura 08 Vista Explodida de um Quadro	46
Figura 09 Linha Montagem de um Quadro	48
Figura 10 Análise Estudo MSA Padronização de Inspeção	53
Figura 11 Diagrama de <i>Ishikawa</i> Sobre Sujeira Interna nos Quadros	54
Figura 12 Nível Seis Sigma antes das Melhorias.....	56
Figura 13 Teste Qui- Quadrado	59
Figura 14 Rebarbas de Peças Plásticas	62
Figura 15 Sujeiras nas Embalagens	63
Figura 16 O que é Limpo nos Quadros.....	63
Figura 17 Folha de Processo de Padronização de Limpeza.....	65
Figura 18 Folha de Processo Benchmarking	67
Figura 19 Folha de Inspeção para Troca de Luvas.....	67
Figura 20 Folha de Instrução de Inspeção de Mostradoras.....	69
Figura 21 Utilização do ar Ionizado com o papel adesivo	70
Figura 22 Folha de Pontuação de Auditoria 5S nos Processos.....	71
Figura 23 Folha Auditoria Escalonada uso de Luvas.....	72
Figura 24 Nível Seis Sigma Atual	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 PPM Sujeira Interna nos Quadros	43
Gráfico 02 PPM Acumulado nas Linhas	50
Gráfico 03 RPN do FMEA Sujeiras Internas	55
Gráfico 04 De Pareto Sujeiras Internas	58
Gráfico 05 <i>Box Plot</i> PPM Acumulado Atual	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Definição de Qualidade.....	22
Tabela 02 Níveis Seis Sigmas	31
Tabela 03 SIPOC do Processo.....	51
Tabela 04 Coleta de Dados de Sujeiras Internas.....	57
Tabela 05 Eficiência do Ar Ionizado	59
Tabela 06 Iluminação nas Linhas.....	60
Tabela 07 Iluminação Atual nas Linhas com Lâmpadas de Led.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABB - Asea Brown Boveri

APQP- *Advance Product Quality Planning*

CEO - *Chief Executive Officer*

CEP - *Control Statistic Process*

Cp - Capacidade Potencial do Processo

Cpk - Capacidade do processo

DFSS - *Design for Six Sigma*

DMAIC - *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*

DPMO - Defeitos por milhão de oportunidades

ESD - *Electro Static Discharge*

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise dos Modos e Efeito de Falhas)

FPT - *First Pass Thru*

GE - General Electric

ID - Instrumentos de Display

ISO - *International Organization for Standardization*

km - Quilômetro

MASP-Método de Análise de Solução de Problemas

MSA - Análise do Sistema de medição

NPRs - Número de prioridade de riscos

QFD- *Quality Function Deployment* (Desdobramento da Função da Qualidade)

PCI - Placa de Circuito Impresso

PPAP - Processo de Aprovação de Peças de Produção

PPM - Partes por Milhão

PDCA - *Plan, Do, Check and Action*

SIPOC - *Supplier, Input, Process, Output, Customer*

SOP - *Start Operation Production*

SMD - *Surface-Mount Device*

TPM - *Total Productive Maintenance*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Motivação	18
1.2 Objetivo Geral.....	18
1.3 Escopo do Trabalho.....	19
1.4 A Empresa	20
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Qualidade	21
2.2 Os Indicadores de Qualidade nas Empresas de Autopeças.....	22
2.3 APQP	23
2.4 Metodologia Seis Sigma	27
2.5 Os Benefícios da Metodologia Seis Sigma.....	29
2.6 O Sigma.....	29
2.7 Definição da Metodologia Seis Sigma	30
2.8 Os Resultados da Evolução da Metodologia Seis Sigma	32
2.9 Adotando o Seis Sigma nas Empresas	34
2.9.1 O Executivo Líder	34
2.9.2 Patrocinador ou Campeão	35
2.9.3 <i>Master Black Belt</i>	35
2.9.4 <i>Black Belt</i>	35
2.9.5 <i>Green Belt</i>	35
2.9.6 <i>Yellow Belt</i>	36
3 O Método DMAIC	37
3.1 Fase D (Definir - <i>Define</i>)	37
3.2 Fase M (Medir- <i>Measure</i>)	38
3.3 Fase A (Analisar- <i>Analyze</i>)	38
3.4 Fase I (Melhorar- <i>Improve</i>)	39
3.5 Fase C (Controlar- <i>Control</i>)	39

4 Estudo de Caso.....	41
4.1.1 Considerações Gerais	41
4.1.2 A definição dos projetos Seis Sigmas.....	42
4.1.3 O projeto.....	43
4.2 Projeto Fase D.....	44
4.2.1 O Produto.....	45
4.2.2 O Processo	47
4.2.3 Descrição do Problema.....	48
4.2.4 Benefícios do Projeto.....	49
4.2.5 Metas do Projeto.....	49
4.4.6 Ganhos Financeiros.....	49
4.2.7 Ferramentas Seis Sigmas Utilizadas Fase D.....	50
4.3 Projeto Fase M	51
4.3.1 A Inspeção	52
4.3.2 As Causas das Sujeiras Internas	53
4.3.3 O uso do FMEA	54
4.3.4 Nível Seis Sigma Atual.....	55
4.4 Projeto Fase A.....	56
4.4.1 Análise das Sujeiras Encontradas nos Quadros Reprovados.....	56
4.4.2 O Gráfico de Pareto	57
4.4.3 Análise do Sistema de Limpeza (Pistola de ar)	58
4.4.4 Análise da Iluminação das Linhas	60
4.4.5 Identificação das Rebarbas-Componentes Plásticos.....	61
4.4.6 Embalagens de Componentes Plásticos	62
4.4.7 O que é Limpo	63
4.5 Projeto Fase I	64
4.5.1 Padronização da inspeção dos Quadros	64
4.5.2 Melhoria na Iluminação das linhas ID	66
4.5.3 <i>Benchamarking</i> Comparação entre as empresas Jupi	66

4.5.4 Troca das Luvas	67
4.5.5 Peças Plásticas Diminuição das Rebarbas.....	68
4.5.6 Controle de Rebarbas nos Mostradores	68
4.5.7 Limpeza das Embalagens de Transbordo	69
4.5.8 Adesivo para Coleta de Sujeira	70
4.6 Projeto Fase C.....	70
4.6.1 Controle do Uso das Luvas.....	71
4.6.2 Controle de Rebarbas das Peças Plástica.....	72
4.6.3 <i>Box Plot</i> : Antes e Depois do Projeto.....	72
4.6.4 Nível Seis Sigma Alcançado.....	73
5 Conclusões e Recomendações	75
Referências Bibliográficas.....	77

1 Introdução

Não é por acaso que, as grandes montadoras, a cada ano, têm o interesse de instalar suas fábricas no Brasil. Para ter uma referência, o Brasil é o país com um dos maiores números de montadoras instaladas em todo o mundo, em torno de 16, quando em um passado próximo possuía apenas 4 grandes montadoras. Essa empolgação se deve à abertura do Mercado Brasileiro e a grande margem de lucratividade que o Governo proporciona para as montadoras, Carneiro (2012).

No Brasil, fabricantes obtêm até 10% de lucro sobre os carros fabricados em comparação aos 3% obtidos nos EUA, sendo que a média global mundial é de 5%.

Essa grande variedade de montadoras de automóveis: Americanas, Alemãs, Italianas, Francesas e Japonesas, que oferecem a cada ano novos modelos de carros, com novos atrativos como: *design*, tecnologia e segurança, faz com que os brasileiros, que já são apaixonados por carros, optem por um diferencial chamado Qualidade, transmitido pelas montadoras em suas propagandas e anúncios.

Esse diferencial, ou seja, a Qualidade vem se tornando o ponto de maior importância e meio de disputa pelos consumidores entre as montadoras.

Outro ponto relevante é a chegada das montadoras Coreanas e Chinesas, nos últimos cinco anos, que vem ganhando a fatia do mercado Brasileiro, com o diferencial da oferta da garantia de 3 a 5 anos em seus carros. Esse diferencial, que proporciona ao consumidor um maior conforto em relação a garantia, faz com que as outras montadoras percebam a importância de investir na qualidade e na garantia dos carros produzidos no Brasil, adotando padrões, normas e Ferramentas da Qualidade, como a implementação de sistema *Kanban*, *Kaizen*, *Just in time*, QFD e a Metodologia Seis Sigma.

Esses novos conceitos também levam aos seus parceiros, as empresas fornecedoras de autopeças, a se adaptarem a essa nova filosofia e padrões de trabalho.

As empresas de autopeças, além das Certificações que são exigências das montadoras como a ISO/TS 16949, ISO 14001, entre outras normas, também estão se adaptando e utilizando as Ferramentas de Qualidade, que são cada vez exigidas pelas montadoras e pelos consumidores que prezam cada vez mais pela qualidade nos carros.

A utilização da Metodologia Seis Sigma, uma ferramenta baseada em métodos estatísticos, vem contribuindo nos processos das empresas de autopeças tendo como foco diminuir a variabilidade do processo e promover a melhoria na Qualidade dos produtos fornecidos para as montadoras.

Com a aplicação da metodologia Seis Sigma nos processos das empresas de autopeças, vem se fortalecendo os requisitos exigidos pelas montadoras em relação a qualidade e a garantia dos produtos, buscando a satisfação do cliente final e proporcionando a sobrevivência de todas as empresas envolvidas na fabricação de um veículo automotor e abrindo novas portas para a cotação de novos projetos, a serem desenvolvidos no Brasil, além do aumento da quantidade de carros fabricados.

Outra vantagem da metodologia Seis Sigma para as empresas manufatureiras e prestadoras de serviços que adotam a filosofia é o *Benchmarking*, a mudança da maneira de uma organização pensar sobre a necessidade para melhoria. O *Benchmarking* fornece um senso de urgência para melhoria, indicando níveis de desempenho atingidos previamente num processo de um parceiro objeto de estudo comparativo. Um senso de competitividade surge à medida que uma equipe reconhece as oportunidades de melhorias. Além de suas observações diretas, os membros da equipe tornam-se motivados a se empenharem por excelência através da inovação e aplicação de pensamento inovador a fim de conseguir sua própria melhoria de processo.

1.1 Motivação

A maior motivação desse trabalho é poder trabalhar com uma metodologia que busca a qualidade e a satisfação do cliente, que pode alcançar vários benefícios para as empresas manufatureiras e prestadoras de serviços que a utilizam, a fim de contribuir para um processo robusto e sem desperdícios e consequentemente promover a lucratividade para montadoras e empresas de autopeças.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo dessa monografia é mostrar a importância da aplicação da metodologia Seis Sigma nos processos em empresas de autopeças, ou de qualquer outro ramo, de uma forma simplificada e de fácil compreensão. Para tanto, busca-se:

- Identificar e descrever seus pontos fortes, para uma maior eficiência na utilização da melhoria de processos, com maior robustez.
- Apresentar um projeto de melhoria com aplicação da metodologia Seis Sigma, descrevendo as fases de implementação e as ferramentas que são utilizadas em cada etapa do projeto e, principalmente, mostrar a redução de custos que o projeto forneceu a empresa, aumentando a sua competitividade em relação aos outros competidores.

1.3 Escopo do Trabalho

O presente trabalho é aplicado em um processo da empresa Jupi, que manufatura um subsistema destinado a uma linha de produção de uma grande montadora de veículos. O mesmo poderá expandido para outras linhas que produzem subsistemas de outras montadoras, já que se trata de um problema em comum, pois todas as linhas possuem a variabilidade estudada no processo.

O texto é dividido nos seguintes capítulos:

- Capítulo 1 – Introdução.

No Capítulo 1 tem-se a apresentação do tema, do escopo do trabalho, a motivação do trabalho e os objetivos da empresa onde é aplicada a metodologia Seis Sigma.

- Capítulo 2 – Revisão da literatura.

No Capítulo 2 descreve-se conceitos da Qualidade, os indicadores de Qualidade nas empresas de autopeças, o APQP e o Seis Sigma, incluindo sua definição, idéias e benefícios.

- Capítulo 3 – O Método DMAIC.

No Capítulo 3 os passos de cada fase do DMAIC são apresentados, incluindo as ferramentas estatísticas utilizadas.

- Capítulo 4 – A Metodologia Seis Sigma, estudo do caso.

No Capítulo 4 apresenta-se o trabalho realizado na empresa e o uso da Metodologia Seis Sigma no processo, utilizando o processo DMAIC.

- Capítulo 5 – Conclusões e recomendações.

No Capítulo 5 tem-se conclusões sobre aplicação da Metodologia Seis Sigma e recomendações para futuros trabalhos.

1.4 A Empresa

O nome da empresa é citado como Jupi. O nome real foi mantido em confidencialidade para não expor a mesma, bem como os seus clientes, evitando competitividade entre os seus concorrentes. Essa empresa é uma multinacional alemã que fornece vários produtos para as grandes montadoras, como VW, Ford, GM, FIAT, Toyota, Hyundai, Peugeot, Renault e Nissan, possuindo um faturamento de 25 bilhões de Euros, com mais de 140.000 funcionários no mundo inteiro, sendo uma das 10 maiores fornecedoras de peças para todos os países.

Atuando nos segmentos de *Powertrain*, Chassis e interiores no Brasil, possui no nosso país 12 Fábricas, e mais de 200 outras espalhadas no mundo todo, com mais 30 centros de pesquisas e testes para o desenvolvimento de novos produtos.

A Jupi já possui uma gestão de qualidade que promove a disseminação de programas de Qualidade como, por exemplo, a própria Metodologia Seis Sigma, *lean manufacturing*, 5S, *Jidoka Just in Time*, entre outros, além de seguir os padrões das normas como ISO 9001, ISO 14001 e ISO/TS 16949, normas das empresas automobilísticas, bem como, as normas dos requisitos específicos de cada cliente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Qualidade

A qualidade a cada ano se torna um dos pontos fundamentais da sobrevivência das empresas. Com o passar dos anos o termo vem ampliando a sua utilização. A qualidade é um conjunto das características (ou especificações) de uma entidade (produto, serviço, conceito, pessoa, grupo, organização). As características definem a capacidade de a entidade atender as necessidades implícitas ou explícitas do mercado, Maximiano (2010).

Atualmente a Qualidade é empregada no ramo de negócios, principalmente nas empresas de autopeças. Elas procuram utilizar a Qualidade como um fator diferencial em seus produtos para uma maior competitividade no mundo dos negócios.

Com a conscientização dos empresários, acionistas e colaboradores, o uso das Ferramentas da Qualidade nos projetos e processos de manufatura dos produtos possibilitam a satisfação cada vez maior dos clientes finais e a sobrevivência das empresas.

Existem várias definições de qualidade. Pela norma ISO 9001, Qualidade é:

- Grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz os requisitos, ISO 9000:2005.

Pode-se também definir Qualidade de outras maneiras. Na tabela 01 tem-se as definições de especialistas da Qualidade: Juran, Ishikawa, Deming, Feigenbaum, Crosby, Taguchi e Gravin.

Tabela 01: Definição de Qualidade
Fonte: Autor

Autores	Definição Qualidade
Ishikawa	Aquilo que traz satisfação ao consumidor
Juran	Adequado ao uso ou Satisfação ao consumidor
Deming	Do produto é a satisfação do cliente.
Feigenbaum	O Perfeito contentamento do usuário
Crosby	Atendimento aos Requisitos
Taguchi	A perda imposta á atividade a partir do momento em que o produto é expedido
Gravin	Principal arma para garantir os lucros e reduzir os prejuízos

Pode-se definir Qualidade como uma ferramenta que tem como objetivo proporcionar lucros, com redução de desperdícios para as empresas que adotam a sua busca como seu ponto estratégico, visando a sobrevivência no mundo Globalizado.

2.2 Os Indicadores de Qualidade nas Empresas de Autopeças

Os indicadores são fontes de dados para monitorar a produção, vendas e qualidade. Para algumas montadoras, não só o usos de indicadores de produtividade são primordiais,mas o utilizados para verificar a sua produção e seus lucros também. Elas usam os indicadores de Qualidade principalmente para se consolidar no mercado mundial.

Através desses indicadores as empresas monitoram a reação dos clientes em relação a seus carros. Há um monitoramento também nas empresas de autopeças constantemente, já que elas que são os principais fornecedores de peças para montagem dos carros.

Esse monitoramento é fundamental, pois muitas vezes até serve de referência de descredenciamento de fornecimento de peças para as montadoras por problemas de qualidade como, por exemplo; um *Recall*, devido algum defeito ou falhas de uma peça fornecida para as montadoras.

A ISO TS define que o fornecedor deve ser monitorado por meio dos seguintes indicadores, ISO TS 16949 2004 item 7.4.3.2.

- *Qualidade do produto entregue;*
- *Interrupções do cliente, incluindo retornos de campo;*
- *Desempenho na programação de entrega(incluindo incidentes de fretes especiais;*
- *Notificações do cliente sobre situação especiais relacionadas `as questões da qualidade ou entrega.*

A organização ao detectar uma queda no índice de satisfação, ou um aumento no índice de insatisfação, ou mesmo a percepção de qualquer tendência negativa, deve elaborar um plano de ação pois o foco no cliente é o princípio mais importante do sistema de gestão da qualidade.

Esse monitoramento serve também como um filtro, quando ele é utilizado no início do desenvolvimento de um novo projeto. As montadoras utilizam-se desses indicadores para selecionar empresas automotivas que poderão participar de novos projetos.

2.3 APQP

Após o uso desses indicadores, para auxiliar na escolha de novos fornecedores para seus futuros projetos, as empresas montadoras exigem ainda que seus futuros fornecedores atendam os seus requisitos internos, normas de qualidade, regulamentações, governamentais e a própria norma automotiva a ISO/TS 16949, juntamente com um dos seus requisitos do gerenciamento dos projetos, o uso do APQP. O Manual de Projeto estabelece que todo produto automotivo será conduzido considerando um Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP – *Advanced Product Quality Planning*).

Esse planejamento tem como objetivo garantir que um produto satisfaça o cliente através de um conjunto de procedimento e técnicas de desenvolvimento.

Utilizando o APQP tem-se alguns benefícios:

- Direcionar recursos para satisfazer o cliente;
- Promover a identificação antecipada das alterações necessárias;
- Evitar alterações de última hora;
- Fornecer um produto de qualidade dentro do prazo a um custo reduzido.

No APQP ainda deve constar:

- Organizar a Equipe:
Determinar o responsável pelo projeto APQP, com uma equipe multifuncional
- Definir a Abrangência:
No início do APQP a equipe deve indicar o estágio inicial do projeto com as necessidades, expectativas e requisitos dos clientes.
- Equipe a Equipe:
A equipe da qualidade deve estabelecer linhas de comunicações com clientes e com as equipes de outras empresas.
- Treinamento:
Treinamentos para todos os requisitos, habilidades de desenvolvimento para atender as exigências dos clientes.
- Envolvimento do Cliente e da Organização:
O cliente principal pode iniciar o processo de APQP com uma organização mas a organização que estabelece a equipe multifuncional.
- Engenharia Simultânea:
Para facilitar a introdução de produtos com qualidade.
- Plano de Controle:
Devem ser confeccionados nos protótipo, pré lançamento e na produção.
- Resolução de problemas:
Devem ser documentados e solucionados com métodos disciplinados de resolução de problemas.

- **Cronograma da Qualidade do Produto:**
O cronograma deve ter datas chaves, dos eventos das fases do APQP e do produto, com o acompanhamento de toda equipe.
- **Planos Referentes ao Cronograma:**
O sucesso de qualquer programa depende do atendimento das necessidades e expectativas do cliente no prazo.

A meta de qualquer projeto ou produto é atender as necessidades e expectativas do cliente e proporcionar simultaneamente, um valor competitivo, tendo como: APQP (2008)

Entradas:

- Voz do cliente (Pesquisa de mercado, histórico e garantia experiência da equipe);
- Plano de negócios;
- Dados de *benchmark* do produto/processo;
- Premissas do produto/processo;
- Estudos de confiabilidade do produto;
- *Inputs* do cliente.

Saídas:

- Objetivos do Projeto;
- Metas de Confiabilidade e Qualidade;
- Lista Preliminar de Materiais;
- Fluxograma Preliminar do Processo;
- Lista preliminar de características especiais do produto e processo;
- Plano de garantia do produto;
- Suporte da gerência.

Apesar da existência desta estrutura de qualidade utilizada nas empresas de autopeças, as montadoras, após o SOP-*Start Operation Production*, ainda enfrentam

reclamações de clientes insatisfeitos por motivos de qualidade, ou o pior, o medo de algum *Recall*, veiculados constantemente na TV e rádios.

Isso proporciona uma imagem negativa para as montadoras que buscam nos seus parceiros as soluções imediatas dos problemas.

Tendo em vista a satisfação das montadoras e do seu cliente final, as empresas de autopeças adotam projetos Seis Sigma para minimizar as ocorrências dessas falhas de garantia ou de ZERO KM. Uma solução definitiva e robusta já que a reincidência de uma falha é tratada como, por exemplo, por uma montadora Japonesa como inaceitável.

O APQP é a metodologia mestra do sistema QS9000, pois esta é quem gerencia o produto fornecido para o cliente, conforme ilustrado na figura 1, que apresenta as fases do APQP desde o início do projeto, com as fases de planejamento, desenvolvimento do produto, do processo, com suas respectivas validações até o início da produção e com a sua retroalimentação e ações corretivas.

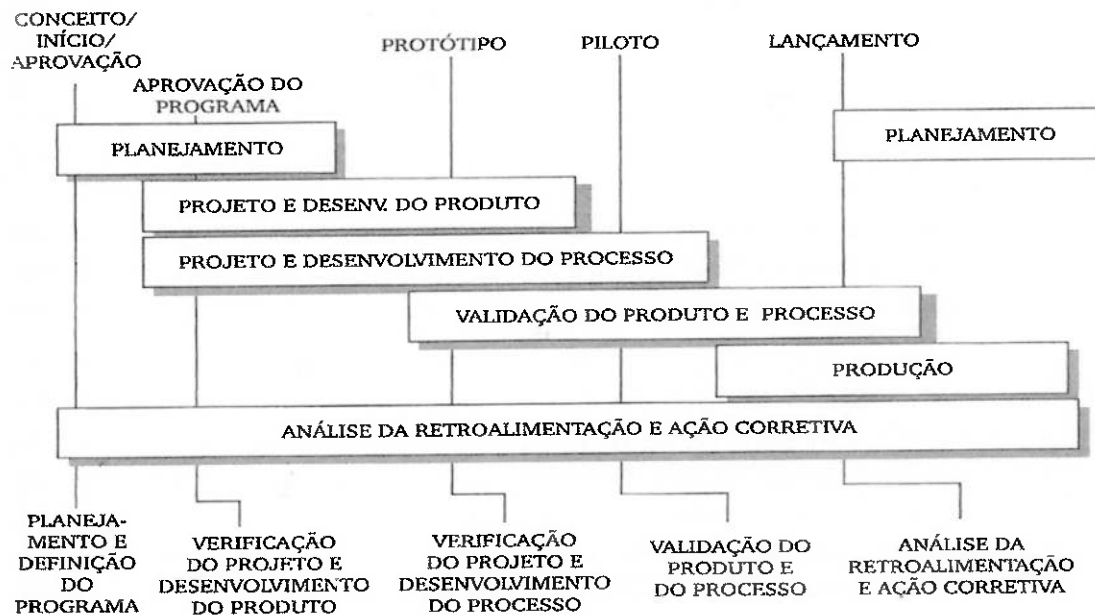


Figura 01: Fases do APQP
Fonte: Manual APQP

2.4 Metodologia Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma foi criada pela Motorola em 1987, quando as empresas Japonesas apresentaram um forte crescimento de vendas devido a alta qualidade nos seus produtos e serviços, diminuindo a lucratividade e volumes de projetos de várias empresas Americanas e Européias. Esta metodologia foi criada em decorrência de pesquisas de satisfação dos usuários dos produtos feita pelo engenheiro Bill Smith, Rodrigues (2006).

Ele formulou uma metodologia para contar a incidência de defeitos, através de métodos estatísticos baseando-se na avaliação do número de desvios padrões (σ) entre o ponto central dos processos e os limites da engenharia, para atender uma expectativa do presidente da Motorola Bob Gavin pois a princípio não haviam padrões de qualidade satisfatórios na empresa.

A adoção do programa de Qualidade Seis Sigma teve total apoio de CEO Bob Galvin, e assim a Motorola usou a metodologia para aumentar a qualidade dos produtos e serviços e em pouco tempo a empresa já desfrutava dos benefícios de sua utilização como, Pande (2001), Rodrigues (2006):

- Crescimento de cinco vezes nas vendas, com lucros subindo quase 20 por cento ao ano;
- Economia acumulada decorrente do esforço Seis Sigma fixada em U\$ 14 Bilhões;
- Ganhos no preço das ações da Motorola aumentaram para uma taxa anual de 21,3 por cento.

Rotondaro 2002 destaca Seis Sigma como:

Seis Sigma é uma estratégia estruturada que incrementa a qualidade por meio da melhoria contínua dos processos envolvidos na produção de um bem ou serviço, levando em conta todos os aspectos importantes de um negócio. O objetivo do Seis Sigma é conseguir a excelência na competitividade pela melhoria contínua dos processos.

O autor teve os primeiros contatos com a metodologia na empresa ABB (ASEA BROWM BOVERI), na qual trabalhou por 17 anos. Em uma reunião do setor da Qualidade, foi apresentada para toda empresa a metodologia Seis Sigma e informou-se que, quase na mesma época, o concorrente, a GE, começava também a utilizar essa metodologia para reduzir a variabilidade dos seus processos.

No início de sua implementação na ABB, em alguns pequenos projetos de melhoria, já era possível notar ganhos e melhoria na estabilidade de alguns processos, evidenciando seus benefícios para empresa, com redução nos custos da qualidade. A figura 02 mostra a cronologia com os principais acontecimentos do Seis Sigma na Motorola, GE em outras empresas e quando iniciou-se na empresa Jupi.

1987	A Motorola lançou um "Sigma Six Goal" de atingir performance de 3,4 PPM até 1992, usando um processo básico de melhoria chamado "Seis Passos para o Six Sigma".
1988	A Motorola ganhou o primeiro Malcolm Baldrige National Quality Award e atribuiu seu sucesso ao Six Sigma.
1990	A Motorola desenvolveu um programa de Black Belt - incorporando uma rede de especialistas em métodos estatísticos e de qualidade para acelerar a implementação do Six Sigma.
1992	O Six Sigma foi implementado com sucesso por outras empresas, como a Texas Instruments, IBM, Kodak, Allied Signal (Honeywell), ABB, ...
1995	A General Electric iniciou a implementação do Six Sigma - foi a primeira implementação bem organizada em uma empresa inteira usando Black Belts e a metodologia DMAIC.
1998	O Six Sigma entrou na Europa, na maioria dos casos, através de filiais de empresas americanas
2000	O Six Sigma começou a influenciar empresas européias, incluindo a Thyssen Krupp, Degussa, Siemens, Linde AG, ...
2006	A Jui Automotiva adotou a caixa de ferramentas Lean Six Sigma (LSS) como o método padrão para a melhoria de processos, incluindo a certificação de Green Belts e Black Belts
2008	A Jupi Automotiva desenvolveu um programa interno de treinamento Green Belt com foco nos métodos Lean Six Sigma

Figura 02: Datas Seis Sigma
Fonte: Curso Seis Sigma Jupi

2.5 Os Benefícios da Metodologia Seis Sigma

Com a implementação da Metodologia Seis Sigma, as empresas já conseguem perceber ao final de alguns projetos de melhoria resultados como eliminação de atividades que não agregam valor aos processos, obtendo resultados financeiros, sendo este o objetivo primordial das empresas que necessitam de lucratividade além de outros benefícios como, Pande (2001):

- A redução de custos;
- Uma maior produtividade;
- Uma melhor participação no mercado;
- Satisfação dos clientes;
- Redução no tempo nos processos;
- Mudança cultural da organização;
- Redução de produtos rejeitados por falha na qualidade que necessitam de destruição.

2.6 O SIGMA

O Físico e Matemático Carl Frederick Gauss através de suas observações e estudos de eventos ocorridos na natureza definiu que estes tendiam a um comportamento comum e que poderiam ser representados por curva simétrica com forma de um sino denominada de curva de Gauss, Rodrigues (2006).

A curva de Gauss representa o conceito de probabilidade de ocorrências de um evento considerando a variabilidade, ou simplesmente a concentração de dados em torno de um valor central ou definido, podendo ser medida pelo desvio padrão, e tem como símbolo a letra Grega Sigma σ . Na figura 03 tem-se os limites Superior (LCS) e Inferior (LCI), os desvios padrões 6 Sigma. No projeto Seis Sigma para cada limite adota-se rendimento de processo de 99,9999998% com uma taxa de defeito abaixo de 0,002 PPM, Wilson (2000).

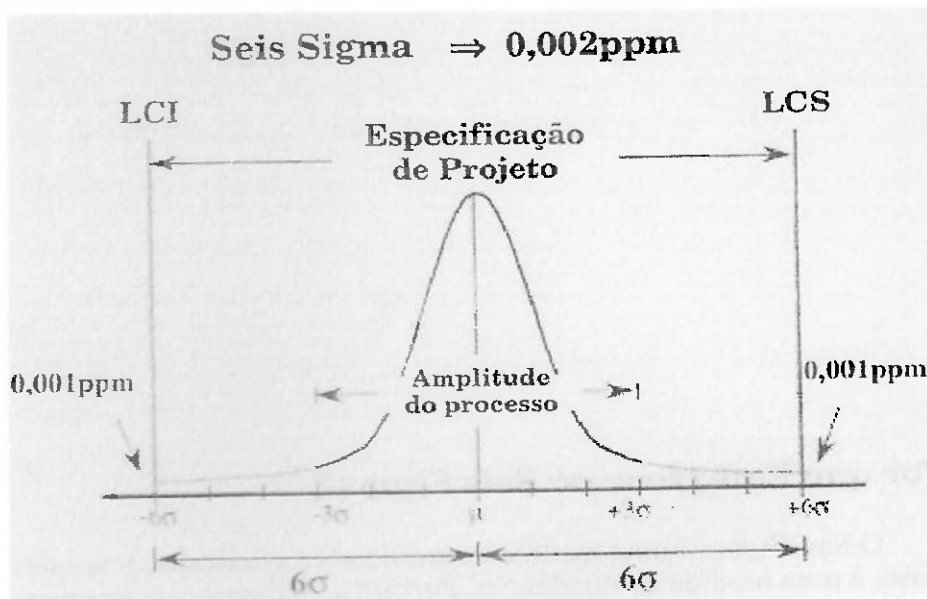


Figura 03: Curva Seis Sigma
 Fonte: Wilson Mario Perez- Editora Qualitymark

Esses conceitos começaram a ser usados para a obtenção e controle da Qualidade nos processos produtivos pelo matemático Walter Shewhart a partir da Primeira Guerra Mundial para melhoria de fones de ouvido. Após esse estudo foram criadas outras ferramentas de aplicação no controle de processos como carta de Controle CEP, Controle Estatístico de Processos, e avaliação da Capacidade de Processos. Recentemente esses conceitos foram utilizados como ferramentas fundamentais no desenvolvimento da metodologia Seis Sigma.

2.7 Definição da Metodologia Seis Sigma

Metodologia é mais do que simplesmente um método. É uma maneira ordenada, lógica e sistemática de realizar alguma coisa. É um conjunto de ferramentas organizadas de forma clara, lógica e sistemática. Técnicas, métodos, princípios e regras para o uso como guia e uma descrição passo a passo de como alcançar alguma coisa, Wilson (2000).

Pode-se definir a Metodologia Seis Sigma como sendo uma metodologia muito rigorosa. Um conjunto de ferramentas estatísticas com uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços. O termo sigma mede a capacidade do processo em trabalhar livre de

falhas. Quando refere-se a Seis Sigma, busca-se redução da variação no resultado entregue aos clientes numa taxa de 3,4 falhas por um milhão ou 99,99966% de perfeição. Na tabela 02 têm-se os níveis Seis Sigma com o números de defeitos, acertos e PPMs, Rotondaro (2002).

Tabela 02: Níveis Seis Sigmas
Fonte: Adaptado dos autores Wilson Mario Perez e Peter S. Pander

Em 1.000.000 de Oportunidades Temos:					
σ	N° de Defeitos	% de Acertos	Cp	CpK	PPM
2	308.537	69,14	0,67	0,67	317.320
3	66.807	93,32	1	1	2.700
4	6.210	99,38	1,33	1,33	63,5
5	233	99,9767	1,67	1,67	0,6
6	3,4	99,99966	2	2	0,002

Além do seu rigor e a utilização de métodos estatísticos a Metodologia Seis Sigma deve **Definir** claramente os problemas a serem analisados e pontos de melhoria, **Medir** para ter dados e informações, **Analisar** suas informações, **Incorporar** melhorias no processo e por fim **Controlar** para obter controle nos processos e produtos fabricados, considerando as modificações propostas para redução da variabilidade, tendo seu benefício maior a melhoria contínua, Rotondaro (2002).

O Seis Sigma tem vários significados e é utilizado de diferentes maneiras, sendo as vezes complexo para iniciantes. Tem algumas definições associadas, Wilson (2000).

- Benchmarking - Parâmetro para comparar os níveis de qualidade de processos, operações, produtos, características, equipamentos, máquinas, divisões, departamentos, entre outros;
- Meta - Zero Defeito ou 3,4 defeitos partes por milhão de operações realizadas;
- Medida - Quanto maior o número de Sigmas dentro das especificações, melhores os níveis de qualidade;

- Filosofia - Zero defeito, diminuição da variabilidade dos processos de e melhoria contínua;
- Estatística - Principal ferramenta para avaliação do desempenho em relação à especificação ou à tolerância;
- Estratégia - Tendo relacionamento entre o projeto, produto, fabricação, qualidade final e níveis de Garantia satisfatórios;
- Visão - Dar Lucratividade para a empresa e dar uma expectativa de qualidade melhor aos seus clientes.

2.8 Os Resultados da Evolução da Metodologia Seis Sigma

Com os relatos de sucesso da Motorola, que entre as décadas de 80 e 90 anunciou ganhos de 2,2 Bilhões de Dólares devido o uso da Metodologia Seis Sigma, muitas empresas escolheram a metodologia para buscar esse sucesso organizacional e uma melhor lucratividade e melhoria na Qualidade, Werkema (2004).

A GE entre 1998 a 2003 anunciou resultados de uma redução de custos de US\$ 12 Bilhões, sendo mencionado pelo seu Presidente Jack Welch na época como uma das melhores iniciativas que a GE empreendeu. A GE é uma das companhias que mais se interessou e investiu e se beneficiou da metodologia em vários segmentos da sua empresa, Werkema (2004).

A ABB obteve ganhos médios de US\$ 898 Milhões por ano ao longo de um período de 02 anos, com uma redução de 87 Milhões de Dólares em custos de materiais comprados devido ao uso da metodologia Seis Sigma, Werkema (2004).

A Allied Signal iniciou o programa Seis Sigma em 1994 e até Maio de 1998 teve ganhos de 1,2 Bilhões de Dólares, tendo um trabalho executado por 03 Black Belts um ganho em torno de 25 milhões de dólares, Werkema (2004).

A própria Motorola estima que, em pouco mais de 10 anos, conseguiu economizar US\$ 11 bilhões com a aplicação da metodologia em referência. Pode-se observar na figura 04, alguns ganhos no decorrer dos anos de utilização da metodologia Seis Sigma, implementadas nas empresas, Werkema (2004).

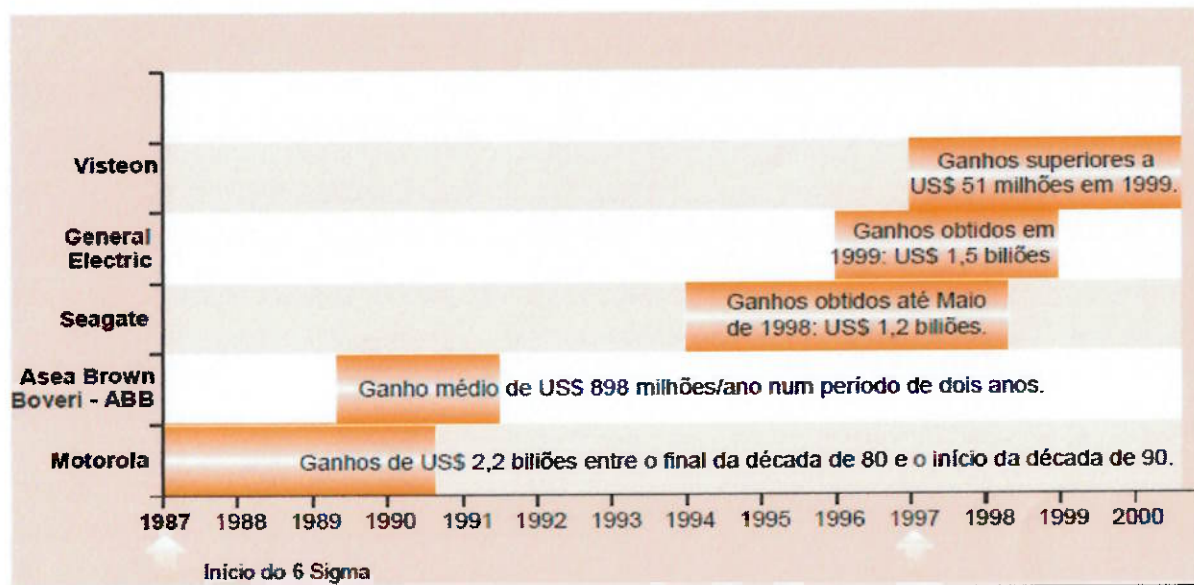


Figura 04: Ganhos com o Seis Sigma nas Empresas
Fonte: Cristina Werkema editora- Werkema

No Brasil o Grupo Brasmotor em 1999 anunciou que obteve mais de 20 milhões de Reais de retorno dos seus projetos Seis Sigma. Outras empresas como a Brahma, Braskem, Celma Gerdau, Multibrás, Nokia, Tigre Tubos, Tupy Fundições e Votorantim adotaram a Metodologia Seis Sigma, Werkema (2004).

Para Rotondaro (2002) implementar Seis Sigma é:

Implementar o Seis Sigma é uma organização que cria uma cultura interna de indivíduos educados em uma metodologia padronizada de caracterização, otimização e controle de processos.

2.9 Adotando o Seis Sigma nas Empresas

Com toda essa história de sucesso sobre a Metodologia Seis Sigma, as empresas que pretendem adotar a metodologia devem realizar algumas mudanças na sua estrutura organizacional. Por exemplo: o principal é ter o comprometimento da Alta direção para alcançar seus objetivos financeiros apoiando as pessoas que farão parte do time do Seis Sigma. Essas pessoas devem ser treinadas, cada uma com seu perfil e conhecimento de ferramentas de qualidade, sobre o uso de técnicas estatísticas e conhecimentos dos processos da empresa.

Rotondaro (2002) afirma:

Treinar os colaboradores na metodologia Seis Sigma é o caminho para uma companhia conseguir melhorar dramaticamente seus processos.

A formação da equipe da Metodologia Seis Sigma proporciona o desenvolvimento profissional das pessoas, onde o reconhecimento do trabalho realizado pelas equipes deve também ser valorizado e premiado, para fortalecer o elo da busca da melhoria contínua, já que muitas vezes esses trabalhos são realizados pela equipe de Seis Sigma fora do horário de trabalho, na hora do almoço, pois essas pessoas possuem suas tarefas cotidianas de trabalho dentro da empresa. As equipes são formadas pelos integrantes descritos na sequência deste texto, Jupi (2012).

2.9.1 O Executivo Líder

É o número 01 da empresa ou da alta gerência, responsável pela adoção e implementação da metodologia Seis Sigma como ponto estratégico. Tem como finalidade também conduzir e incentivar as equipes, verificar os resultados financeiros e selecionar alguns diretores ou executivos para desenvolver o papel de patrocinadores ou campeões dos projetos Seis Sigma.

2.9.2 Patrocinador ou Campeão

É o Diretor da empresa, sendo responsável pela formação das equipes orientando-as sobre as necessidades estratégicas da empresa. Deve informar ao Executivo Líder o andamento da implementação do Seis Sigma na empresa.

2.9.3 Master Black Belts

São os especialistas da metodologia Seis Sigma com profundo conhecimento sobre técnicas estatísticas. Promovem a mudança nas organizações visando a melhoria contínua, possuem ótima habilidade de comunicação e seu tempo na empresa está voltado apenas para os projetos Seis Sigma, oferecendo suporte aos demais componentes que participam dos grupos de melhorias como os *Black Belts*, *Green Belts* e *Yellow Belts*.

2.9.4 Black Belts

Participam dos projetos mais complexos nas empresas, possuem bons conhecimentos dos processos das empresas sempre com muita iniciativa, entusiasmo, uma grande habilidade de relacionamento interpessoal e comunicação, grande motivação para alcançar os resultados, efetuar as mudanças e de influenciar nos setores onde atuam. Devem adicionalmente possuir habilidade de trabalhar em equipe, excelentes conhecimentos técnicos da sua área de trabalho e possuem treinamentos de técnicas estáticas avançadas, além de ministrar treinamentos para os *Green Belts* e *Yellow Belts*.

2.9.5 Green Belts

Trabalham em conjunto com os *Black Belts* na coleta de dados e no desenvolvimento de seus próprios projetos ou trabalhos, lideram pequenos grupos de *Yellow Belts* e projetos de melhoria. Possuem menos treinamento que os *Black Belts*. São treinados com técnicas estatísticas suficientes para tomarem decisões sobre análise de alguns dados extraídos dos processos.

2.9.6 *Yellow Belts*

São colaboradores de escolaridade técnica ou inferior, mas possuem treinamento suficiente para pequenos projetos de melhoria, sendo exemplo para os colaboradores da fábrica. Realizam trabalhos com baixo retorno financeiro, mas que agregam valores para a empresa. Os *Yellow Belts* são de grande importância para empresa realizar a ligação entre as áreas de engenharia e fábrica, com isso a empresa treina todos os colaboradores em todas as áreas. Possuem um treinamento bem básico de ferramentas da qualidade e conceitos estatísticos. Auxiliam os *BlackBelts* e *Green Belts* nos projetos de suas áreas.

3 Método DMAIC

O DMAIC é uma metodologia de soluções de problemas, tendo base o ciclo do PDCA que foi desenvolvido por Walter A. Shewart, na década XX, mas utilizado e implementado na qualidade por William Edward Deming. Já o DMAIC foi implementado nas empresas que utilizam a Metodologia Seis Sigma. Através de cada uma das fases, possui sua característica, ações e ferramentas para auxiliar nos projetos Seis Sigma, significando, Pande (2001):

- Fase D (Definir-*Define*);
- Fase M (Medir-*Measure*);
- Fase A (Analisar-*Analyze*);
- Fase I (Melhorar-*Improve*);
- Fase C (Controlar-*Control*).

3.1 Fase D (Definir -*Define*)

Na Fase D são definidos os processos com elevada variabilidade bem como, os objetivos do próprio time que será responsável pelo projeto de melhoria e de quanto será o resultado financeiro alcançado, tendo apoio da alta direção para condução do problema. Já com essas definições o uso de algumas ferramentas é necessário para evolução da fase, podendo ser utilizadas as ferramentas, Notas de aula do curso GEQ 32 USP (2013), Rodrigues (2006):

- Utilização de fluxograma;
- Mapa de processo;
- Lista de verificação;
- Indicadores de desempenho do processo;
- QFD;
- SIPOC.

3.2 Fase M (Medir-*Measure*)

Na Fase M é medido o desempenho dos processos para identificar problemas e seus ciclos de ocorrências. A grande importância dessa fase é levantar a situação atual do processo não se importando com a sua atual variabilidade. Pode-se usar nessa Fase ferramentas como, Notas de aula do curso GEQ 32 USP (2013), Rodrigues (2006):

- Estudo da capacidade do Processo: Cp e Cpk;
- Pareto;
- MSA;
- Histograma;
- *Boxplot*;
- Cartas de Controle.

3.3 Fase A (Analisar-*Analyze*)

Após o levantamento de dados, na Fase A devem ser verificados o desempenho e as causas dos problemas do processo, identificar as possíveis fontes de sua variabilidade, comparando com o especificado ou esperado. Verifica-se as possíveis fontes dessa variabilidade para eliminar a sua causa Raiz, usualmente utilizando as seguintes ferramentas, Notas de aula do curso GEQ 32 USP (2013), Rodrigues (2006):

- FMEA;
- Diagrama de Causa e Raiz;
- Análise da Variância;
- Matriz de Priorização;
- Diagrama de Dispersão;
- Diagrama de Afinidade.

3.4 Fase I (Melhorar-*Improve*)

Na Fase I adotam-se as melhores idéias para as soluções e eliminação das causas raiz, identificadas nos processos, eliminando a sua variabilidade, e reduzindo os custos, agregando valor ao processo e principalmente buscando a satisfação dos clientes, utilizando ferramentas como, Notas de aula do curso GEQ 32 USP (2013), Rodrigues (2006):

- Reengenharia;
- Programa 5S;
- FMEA;
- *Benchmarking*;
- Testes de Operações e Mercado.

É fundamental a colaboração e o comprometimento dos funcionários das empresas para a implementação das melhorias. Assim como os Fornecedores devem realizar uma transformação nos seus processos, mostrando que todos ganham com os benefícios da Metodologia Seis Sigma.

3.5 Fase C (Controlar-*Control*)

Para ter definitivamente êxito na implementação da Metodologia Seis Sigma, deve-se controlar o desempenho do processo, garantido que o sucesso da implementação seja mantido ao longo da vida útil do mesmo. Para tanto, pode-se utilizar as ferramentas, Notas de aula do curso GEQ 32 USP (2013), Rodrigues (2006):

- O Gráfico de Controle do Processo;
- Estudos de Capacidade ao longo do tempo;
- *Kaizen*;
- Auditorias de 5S;
- *Poka Yoke*;
- Um sistema de manutenção preventiva.

O ciclo DMAIC deve sempre ser retroalimentando, sendo uma das principais características da Metodologia Seis Sigma, evitando reincidências de falhas nos clientes, sua insatisfação e perda de novos negócios. Ilustrado na figura 05, tem-se as fases do DMAIC contendo sua etapas, definições, medições, análise, melhoria e controle, mostrando um resumo de cada etapa e suas diretrizes.



Figura 05: Fases do DMAIC
Fonte: Notas de aula do curso GEQ 32 USP

4 Estudo de Caso

4.1.1 Considerações Gerais

A empresa Jupi ainda não utilizava a metodologia Seis Sigma. Entretanto, o autor questionava o não uso da metodologia, por haver testemunhado vantagens em vários pontos de melhoria nos processos e produtos que acompanhou na empresa anterior (ABB).

A empresa Jupi estava vivendo uma época favorável. Os gerentes, bem como os diretores achavam desnecessário saber sobre a Metodologia Seis Sigma.

Mas a crise mundial um dia chegou fazendo com que a matriz da empresa, na Alemanha, realizasse algumas decisões de corte de gastos, principalmente em seus processos, assim fora tomada a decisão de promover a metodologia Seis Sigma que mundialmente já era implantada para melhoria.

No Brasil a Jupi, com diretrizes impostas pela Alemanha, criou uma divisão de melhoria contínua, promovendo além de treinamentos de Seis Sigma, com a formação dos seus primeiros *Black Belts*, outros programas de melhoria como: *Kaizen*, *Lean manufacturing*, entre outros. Até um centro de treinamento foi criado, com salas e equipamentos, para toda a organização.

Algumas empresas no Brasil que são multinacionais, como no caso da Jupi, poderiam ter mais poder de decisões em seus programas de qualidade, financeiros ou em suas estratégias de vendas, não dependendo de executivos que não convivem no País.

Após a definição da matriz para a implementação da Metodologia Seis Sigma no Brasil, a Jupi criou o Departamento de Melhoria Contínua, contratando 01 *Master Black Belt*, realizando o treinamento para alguns gerentes e coordenadores, formando entre eles 10 *Black Belts*. Na sequência, treinou-se mais 25 *Green Belts* que foram escolhidos entre engenheiros e pessoas do setor administrativo para

participarem do curso e se estendeu aos colaboradores de fábrica o treinamento de *Yellow Belts*, formando a primeira turma de 20 *Yellow Belts*.

Com esse foco na Melhoria Contínua foi construído um centro de treinamento, com salas e materiais de apoio para reciclagem dos colaboradores, bem como a formação de novos colaboradores. No início do trabalho da empresa, eles participaram de palestras e cursos, antes de serem colocados na produção. Esses treinamentos são feitos para que os novos colaboradores pudessem entender a metodologia e a filosofia de trabalho dentro da empresa. Essa iniciativa contava com a formação de um time de multiplicadores, que são os responsáveis por passar esses ensinamentos para os novos colaboradores na empresa. São realizados treinamentos voltados aos seguintes tópicos:

- MSA;
- Procedimentos;
- Normas de segurança da empresa;
- PPAP;
- ESD;
- 5S.

4.1.2 A definição dos projetos Seis Sigma

Para receber o certificado de *Black Belt*, *Green Belt* ou *Yellow Belt* após o treinamento, a Alta Direção da empresa, juntamente com o departamento de Melhoria Contínua definiram alguns projetos de melhorias com base nos problemas administrativos e nos processos da empresa. Os grupos foram divididos de acordo com o grau de conhecimento da Metodologia Seis Sigma. Para os *Black Belts* foram definidos projetos mais trabalhosos e de alto grau de dificuldade e de retorno financeiro maior. Já para os *Greens Belts* foram selecionados trabalhos relacionados aos processos da empresa e reclamações de clientes. Para os *Yellows Belts* a liderança de pequenos projetos de melhoria e o auxílio aos *Black Belts* e *Greens Belts* nos projetos de melhoria contínua.

4.1.3 O Projeto

O projeto analisado neste trabalho foi definido pela Alta Direção da empresa Jupi, através do indicador de Qualidade que é utilizado no processo da empresa, o FPT 'First Pass Thru' que é o índice que se obtém dividindo o número de peças reprovadas (na primeira passagem pelo teste) pelo número total de peças que passaram pelo teste.

No gráfico 01 têm-se os dados levantados sobre sujeira interna encontrados nos testes finais das linhas de produção de setembro 2010 a fevereiro 2011 e os PPMs coletados nos testes com o destaque a Sujeira Interna nos Quadros sendo um dos mais altos índices de PPM de não conformidades nas linhas de produção da empresa.

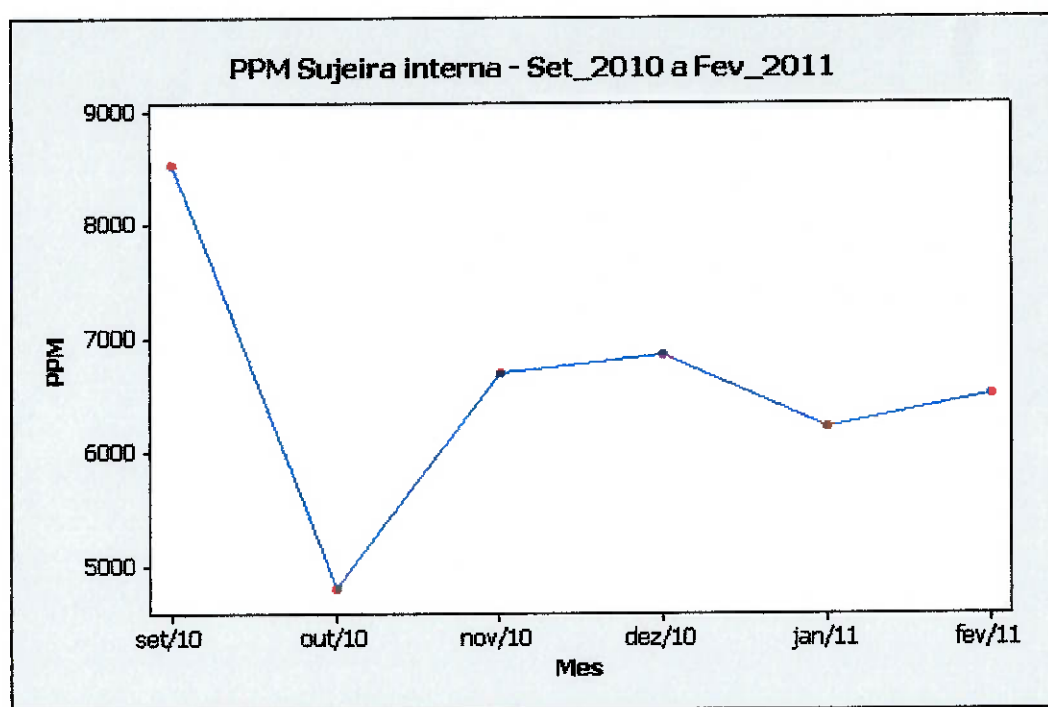


Gráfico 01: PPM Sujeira Interna nos Quadros
Fonte:Jupi

A presença de sujeira Interna nos quadros, além de ser um problema interno, também já foi objeto de reclamações de clientes externos em carros 0KM ou em garantia. Em análise de respostas utilizando a metodologia MASP (Método de Análise de Problemas) a sujeira interna foi definida como causa raiz de falhas de:

- Quebra de garras de fixação do Quadro;
- Descalibração dos ponteiros;
- Quebra de algum componente eletrônico.

Esse defeito causa retrabalho na linha de produção. Ao ser detectada uma sujeira interna pelo colaborador no teste final ou em qualquer outro posto de montagem, o quadro deve ser retrabalhado. O simples fato de retirar o Quadro no seu processo normal e a realização do retrabalho pode acarretar nas falhas acima citadas, outras falhas sem a percepção do colaborador ou na detecção pelo testes de produção. Nas figuras 06 e 07, têm-se exemplos ilustrando a sujeira interna dentro dos quadros fabricados pela Jupi.



Figura 06: Exemplo Sujeira Interna no Quadro
Fonte: Jupi



Figura 07: Exemplo Sujeira Interna no quadro
Fonte: Jupi

4.2 Projeto Fase D

Com o uso da metodologia Seis Sigma e empregando o ciclo DMAIC, iniciou-se o processo com a escolha de uma linha de produção para verificar as fontes de sujeira interna, objetivos e metas a serem alcançados com as melhorias, os responsáveis pelas ações, o cronograma para apresentação de datas chaves para alta direção e as expectativas dos resultados financeiros; e principalmente, a busca da satisfação dos clientes externos e internos com os pontos de melhoria. Com os indicadores internos de Qualidade na empresa Jupi e com algumas diretrizes da matriz na Alemanha, para melhorar o desempenho com as montadoras, foi formada

uma equipe para tratar do processo de melhoria para a redução dos índices de sujeira internas nas linhas de produção.

4.2.1 O Produto

O Quadro é um dos principais produtos da divisão ID da Jupi, sendo um produto diferenciado para cada cliente. O Quadro possui uma tecnologia de inserção de componentes em suas PCI. Componentes plásticos, estudos de iluminação com a construção de seus mostradores, *design* para impressionar o cliente final, o consumidor. Por isso seu aspecto visual não deve conter sujeiras internas, rebarbas, ou defeitos de serigrafia. Ilustrado na figura 08 o quadro é composto por:

- Lente que tem a função de proteção, do quadro contra agentes químicos ou manuseio de pessoas nos ponteiros evitando a descalibração,
- Moldura (*Mask*) tem a finalidade de fixar o quadro no carro,
- Ponteiros (*Pointer assy*) que indicam velocidade, temperatura e outras grandezas físicas,
- Display (Display Assy) tem a função de transmitir informações para o usuário do carro,
- Difusor (*Diffuser*) tem a função técnica de deixar a luz do display homogenia,
- Borrachas (*Caps*) evitam ruídos do quadro no carro,
- Guia de Luz direciona a luz dos leds, evitando fuga entre os leds da PCb,
- Botão reset (*Reset knob*) serve para resetar as funções do carro,
- Taster tem a função de promover o contato do botão reset na placa de circuito impresso,
- Na Placa de circuito impresso (*PCB assy*) são inseridos todos os componentes eletrônicos,
- A tampa traseira (*Read Cover*) tem a finalidade de fechar o quadro com a moldura protegendo todo o quadro de eventos externos.

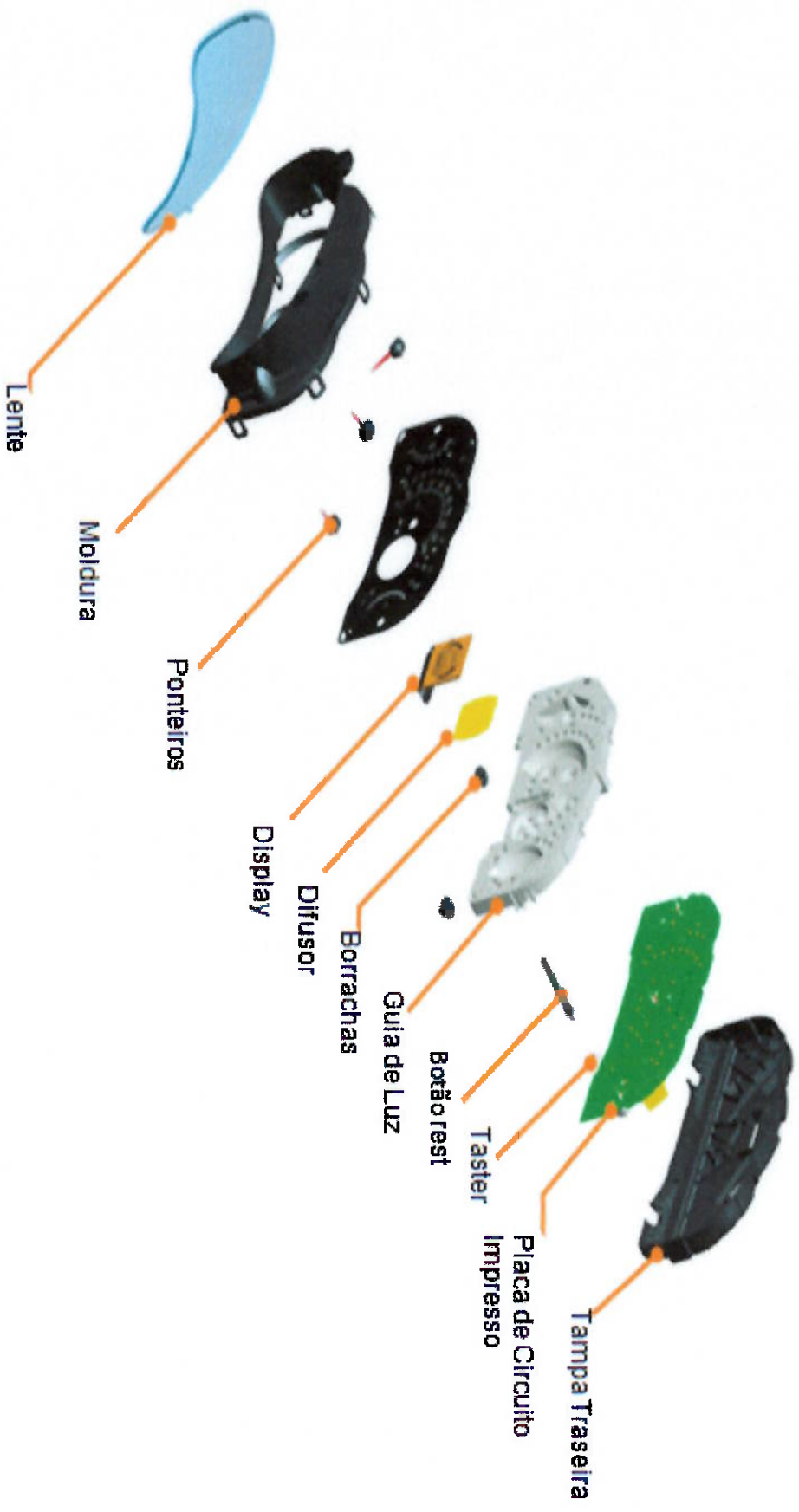


Figura 08: Vista Explodida de um Quadro
Fonte: Jupi

4.2.2 O Processo

Mesmo sendo um problema comum em todas as linhas de produção, foi adotado inicialmente uma Linha de processos de fabricação dos Quadros de uma montadora como linha piloto na implementação das melhorias no processo e para o início de investimentos na Melhoria Contínua. A linha da Montadora foi escolhida como linha piloto pelo seu alto volume de produção, a qual fabrica 20.000 quadros por mês para a montadora, mas também com a atenção da Alta direção da empresa devido a perspectivas de ganhar novas oportunidades de projetos com a montadora. Essa foi a estratégia adotada pela empresa para melhorar o seu desempenho de qualidade com a montadora, visto que no indicador de Qualidade da montadora a empresa Jupi não estava bem qualificada para participar de novos projetos. Na figura 09 tem-se a linha de produção do produto composta por:

- Posto 01 - Montagem dos motores de passo na placa de circuito impresso;
- Posto 02 - Soldagem do *display* na placa de circuito impresso;
- Posto 03 - Montagem do Mostrador no quadro;
- Posto 04 - Inserção dos ponteiros nos motores de passo;
- Posto 05 - Fechamento do quadro e limpeza;
- Posto 06 – (*Stress Test*) Teste para verificação de alguma falha de montagem mecânica como moldura não *clipsada* corretamente;
- Posto 07 – Calibração: é realizada calibração de ponteiros, verificação de iluminação e segmentos dos *displays*, tudo através de câmeras;
- Posto 08 - Teste final: o colaborador verifica as calibrações, a iluminação do quadro e o visual completo do quadro;
- Posto 09 - Posto de retrabalho dos quadros.

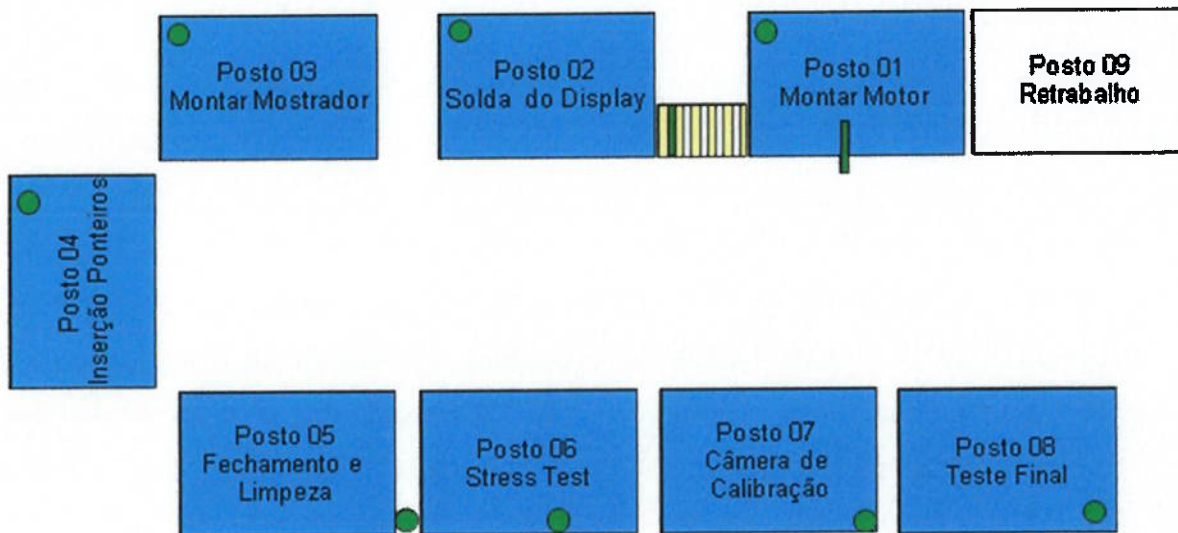


Figura 09: Linha montagem de um Quadro
Fonte: Jupi

4.2.3 Descrição do Problema

As causas da presença de sujeiras internas nos Quadros podem estar relacionadas a várias partes dos processos e dos componentes recebidos para sua montagem. A própria fábrica tendo uma estrutura antiga, possui focos de poeira no ar já que a mesma não possui um sistema de pressão positiva para eliminação de resíduos de poeira no ar. Foram encontrados dentro dos Quadros sujeiras dos seguintes tipos:

- Fios de cabelo;
- Rebarbas de componentes plásticos;
- Pó, graxa, resíduos de pano;
- Resíduos devido ao corte das PCs.

Como não há um padrão de Limpeza interna dos Quadros nos processos da empresa Jupi, a sujeira interna se torna um dos problemas mais comuns encontrados em todas as linhas de produção de Quadros, afetando a qualidade dos produtos e a lucratividade da empresa, bem como:

- Afetando diretamente os indicadores de Qualidade da empresa;
- Intenso retrabalho nas peças;

- Perda da produtividade;
- Risco de outros tipos de falhas provenientes do retrabalho.

4.2.4 Benefícios do Projeto

Com a redução ou eliminação da sujeira interna dos Quadros, busca-se obter os seguintes resultados e benefícios:

- Melhoria nos indicadores de Qualidade da empresa;
- Redução do índice de retrabalho de peças;
- Aumento de produtividade;
- Redução de *scrap*;
- Satisfação do cliente interno e externo.

4.2.5 Metas do Projeto

A meta do projeto com o apoio da alta direção era:

- Redução de 50%, ou seja, para 3.300 PPM/mês do retrabalho das peças com sujeira interna;
- Melhoria dos indicadores de Qualidade nas linhas;
- Padronização dos processos de inspeção;
- Padronização dos processos de limpeza;
- Melhoria na produtividade;
- Conscientização dos operadores referente à importância do apontamento correto nos indicadores de falhas.

4.2.6 Ganhos Financeiros

Foi solicitado ao Departamento de Controladoria da empresa Jupi um cálculo de ganhos financeiros baseado na diminuição do tempo perdido com o retrabalho dos quadros e no aumento da produtividade das peças produzidas.

Com base nesses dados, o Departamento Financeiro estimou um valor aproximado:

Ganho Total Anual - R\$ 640.621,20

4.2.7 Ferramentas Seis Sigmas Utilizadas na Fase D

- *Times Series Plot*: Visualizar o histórico de variação da métrica - FPT.
- Diagrama de Pareto: Definir área de atuação dentro da ID;
- SIPOC: Definição das entradas e saídas do processo;
- *Charter* do Projeto.

Na fase D, foi construído um gráfico de Pareto (Gráfico 02) para melhor visualização dos PPM de sujeira interna nos quadros da empresa Jupi em diversas linhas de produção, no período de setembro de 2010 a fevereiro de 2011. Pode-se observar em quais linhas de produção foram encontrados os maiores índices de PPM de sujeira interna.

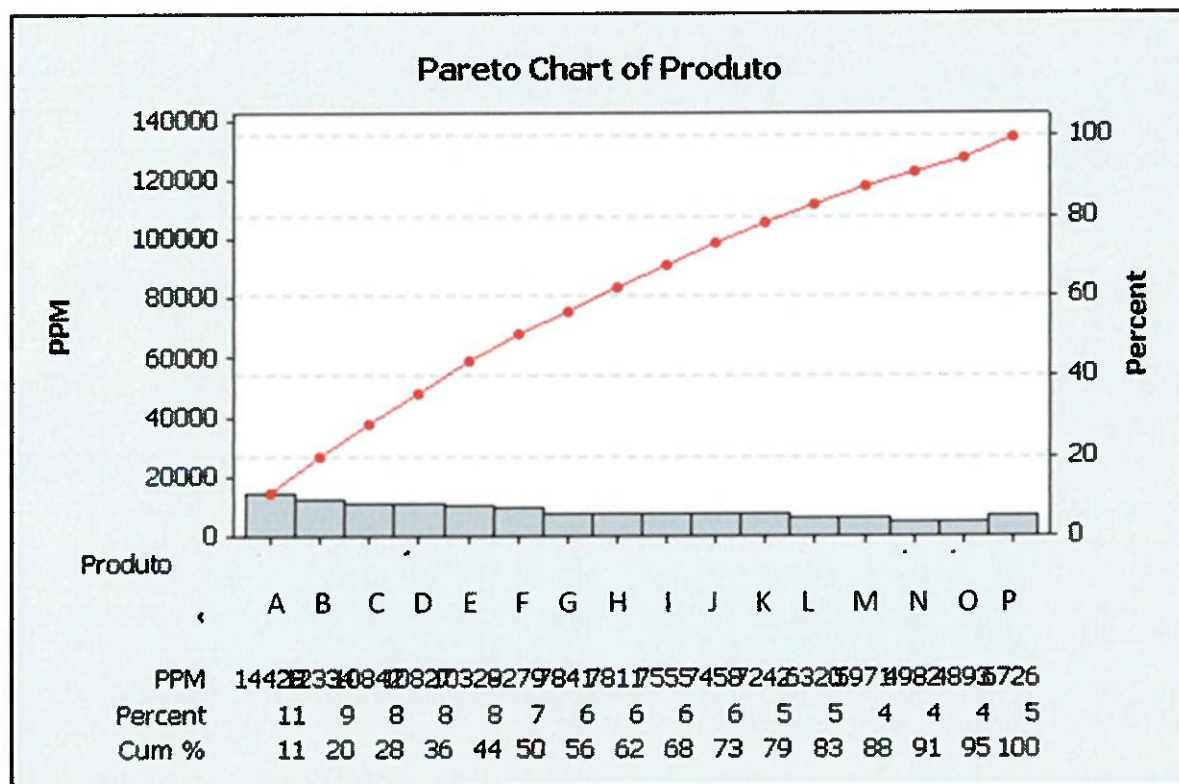


Gráfico 02: PPM Acumulado nas linhas
Fonte: Jupi

Na tabela 03 tem-se o diagrama de SIPOC (fornecedor, entrada, processo, saída e cliente) com essa ferramenta proporcionou a equipe uma melhor identificação de todos os elementos relevantes para o projeto Seis Sigma antes do início do trabalho. Ajudando a definir pontos principais do processo para atuar na melhoria do processo produtivo da empresa. Onde os principais pontos do processo definido foram:

- *Injetar peças plásticas;*
- *Embalar peças plásticas;*
- *Transportar Fornecedor – Jupi;*
- *Armazenar internamente;*
- *Transbordar;*
- *Transportar internamente;*
- *Limpar as embalagens;*
- *Montar produtos.*

Tabela 03: SIPOC do Processo
Fonte: Jupi

SIPOC do Processo

Fornecedores Suppliers	Insumos Inputs	Processo Process	Produtos Outputs	Consumidores Customers
Fornecedor (tier2)	Materia-prima	Injetar peças plásticas	Peças plásticas	Linha de montagem
Fornecedor de ferramental	Ferramental	Embalar peças plásticas	PCBs	
Fornecedor de embalagem	Embalagens	Transportar Forn. - Conti	Embalagens	Cliente final
Fornecedor de componentes	Componentes	Armazenar internamente	Produtos Finais	
Fornecedor de PCBs	PCBs panelizadas	Transbordar	Movimentação de pessoas	Pessoas
Continental	Área de armazenamento	Transportar internamente		
Continental	Área de produção	Limpar as embalagens		
Continental	Corredores	Montar produtos		
RH	Pessoas	Fabricar PCBs		
Continental	Meios de limpeza	Embalar PCBs		
		Armazenar PCBs		
		Transportar PCBs		
		Acessar as linhas de montagem		

4.3 Projeto Fase M

Nessa segunda etapa do projeto, a fase de medição, o grupo buscou colher informações para realização do trabalho, tais como:

- Como é feita a inspeção visual para verificação da sujeira interna;

- Pontos de apontamentos do FPT, coleta de dados;
- Identificar os tipos mais comuns de sujeira interna nas linhas;
- As principais fontes de sujeiras.

Essas informações tem o objetivo de alinhamento do conhecimento de todo o grupo em relação ao problema de sujeira interna nos Quadros. Foi definido também o uso de ferramentas como:

- *Ishikawa*: Definir as possíveis causas do problema;
- MSA: Validar o sistema de medição de Inspeção Visual nos testes;
- FMEA: Classificar maiores NPRs;
- Nível Sigma: Definir nível sigma inicial do projeto.

4.3.1 A Inspeção

Para compreensão e melhor definição de como é detectada a presença de sujeira interna pelos colaboradores, foi realizado um estudo de MSA. Este estudo foi realizado em diversas linhas com diferentes colaboradores e foi observado que:

- Cada colaborador tem uma maneira de inspecionar o quadro;
- Tempo para verificação da sujeira interna varia entre os operadores;
- Sentido de inspeção visual diferentes dos colaboradores, ou seja, cada colaborador possui um sentido de inspeção de quadro de cima para baixo, ou inverso, não havendo um padrão de início de sentido de inspeção;
- A distância de inspeção visual também varia para cada colaborador.

Essas diferenças de inspeção afetam o processo e a produção por falta de uma padronização entre os colaboradores da empresa, não havendo critérios de aceitação, ou de distância e sentido da inspeção. Esse estudo de MSA (análise do sistema de medição) foi importante para demonstrar no projeto essas diferentes variáveis nos processos. Determinou-se treinar 4 linhas com padrões de sentido e distância para inspeção visual. Para verificação da eficácia do treinamento tem-se

na figura 10 o estudo de MSA. Com esse novo critério de inspeção e distancia de inspeção visual obteve-se um resultado satisfatório.

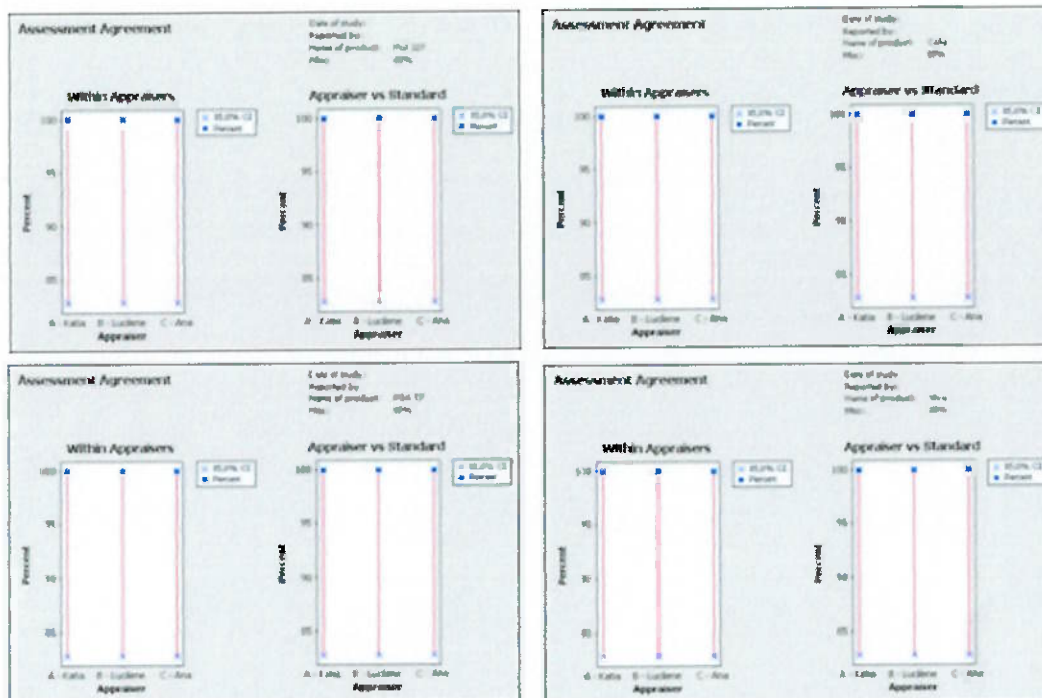


Figura 10: Análise Estudo MSA Padronização de Inspeção Visual
Fonte: Jupi

4.3.2 As causas das Sujeiras Internas

Para verificação das causas das Sujeiras internas nos Quadros utilizou-se o diagrama de *Ishikawa* também chamado de espinha de peixe, que é uma ferramenta de análises de causas de defeitos utilizada em análises de falhas, que permite a identificação e análise das potenciais causas de variação do processo. Na elaboração do diagrama de *Ishikawa* indicado na figura 11, participaram além do grupo de Seis Sigma, grupos da produção, manutenção, logística e do SMD (*Surface Mount Device*), os quais são fundamentais para o levantamento das variáveis que possam gerar a sujeira interna nos Quadros no processo, nas embalagens ou no ambiente da fábrica.

4.3.3 O uso do FMEA

- Peças plásticas com sujeiras;
- Peças plásticas com rebarbas;
- Processo de montagem gera sujeira interna;

- Processo de limpeza do produto sem padrão;
- Roupas, aventais geram sujeiras;
- Entre outros.

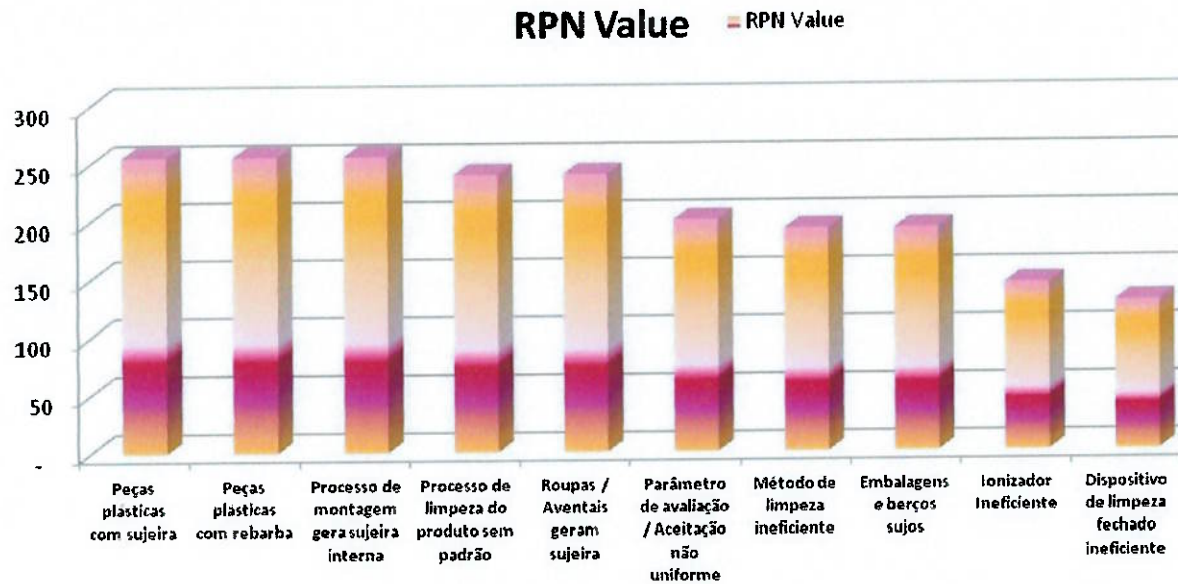


Gráfico 03: RPN do FMEA Sujeiras Internas
Fonte: Jupi

4.3.4 Nível Seis Sigma Atual

Após esse levantamento das medições, o nível de Seis Sigma atual do processo foi calculado com base nos dados coletados pelo grupo. É possível notar que há um grande trabalho para realizar e promover as melhorias nos processos, a fim de melhorar o índice de Seis Sigma no processo. Na figura 12 tem-se os dados coletados de setembro de 2010 a fevereiro de 2011, com o cálculo do índice de Seis Sigma de cada mês correspondente e depois foi realizada uma média, obtendo-se um valor de 3,98 Sigma, um valor muito baixo de qualidade para a importância estratégica do produto em análise.

Nível Sigma – Set/2010 até Fev/2011

Variável	Defeitos	Unidades	Oport	Total Oport	DPU	DPO	DPMO	Shift	Capabilidade Long Term	Sigma
	<i>D</i>	<i>U</i>	<i>OP</i>	<i>TOP</i>	<i>DPU</i>	<i>DPO</i>	<i>DPMO</i>	<i>Shift</i>	<i>Z_{LT}</i>	<i>Z_{ST}</i>
TOTAL Setembro 2010	1253	145692	1	145692	0,0086	0,008600	8600	1,5	2,38	3,88
TOTAL Outubro 2010	611	126545	1	126545	0,0048	0,004828	4828	1,5	2,59	4,09
TOTAL Novembro 2010	1025	151825	1	151825	0,0068	0,006751	6751	1,5	2,47	3,92
TOTAL Dezembro 2010	890	128804	1	128804	0,0069	0,006910	6910	1,5	2,46	3,96
TOTAL Janeiro 2011	955	152481	1	152481	0,0063	0,006263	6263	1,5	2,50	4,00
TOTAL Fevereiro 2011	1040	158883	1	158883	0,0065	0,006546	6546	1,5	2,48	3,98
Total	2885			440168		0,006554	6554	1,5	2,48	3,98

Campos de Entrada		
<i>D</i>		Número Total de Defeitos
<i>U</i>		Número Total de Unidades
<i>OP</i>		Número de Oportunidades
<i>Shift</i>		Sigma Shift (Default: 1,5)

Campos Calculados		
<i>TOP</i>		$U \cdot OP$
<i>DPU</i>		D/U
<i>DPO</i>		$D/OP = D/(U \cdot OP)$
<i>DPMO</i>		$DPO \cdot 1000000$
<i>Sigma-L</i>		Nível Sigma Long Term
<i>Z.B.</i>		$(Sigma-L) \cdot Shift$



Figura 12: Nível Seis Sigma antes das Melhorias
Fonte: Jupi

4.4 Projeto Fase A

Com a coleta e análise dos dados das fontes de sujeira interna deu-se início à análise dos dados e ocorrências das sujeiras encontradas nos Quadros reprovados. Iniciou-se a verificação das principais diferenças dos processos e dos seus desempenhos, as fontes de variações, analisando o desempenho e as causas dos problemas, contando sempre com a experiência do grupo.

4.4.1 Análise das Sujeiras Encontradas nos Quadros Reprovados

Iniciou-se o trabalho de coleta de dados nas linhas de produção através dos apontamentos de qualidade da empresa Jupi. A tabela 04 mostra os apontamentos nas linhas de produção sobre sujeira interna. Esse levantamento permitiu verificar que a Sujeira interna na lente é o problema mais comum, entre todas as linhas.

Tabela 04: Coleta de Dados de Sujeiras Internas

Fonte: Jupi

COD	Defeitos										
1	Sujeira Interna Lente	27	7		3		4	5		20	
2	Sujeira Interna Moldura							2			
3	Sujeira Interna Mostrador		3			2			4	1	
4	Sujeira Interna Poeira						2				
5	Sujeira Interna Guia de Luz	6	2	6	8	4		7		5	
9	Sujeira Interna Luvas							3		5	
10	Sujeira Interna Roupas							1			
11	Sujeira Interna Hot-Stamp		1		4						
12	Sujeira Interna PCB	2									
13	Sujeira Interna Difusor									4	1
14	Sujeira Interna Isopor			1							
15	Tinta da divisória									1	
17	Rebarba de Ponteiro		3								
18	Pintura solta									1	

Foi observado que a sujeira na lente pode ser devido a rebarbas e manchas. Há também sujeiras que podem ser de outros focos, como: a poeira do ar, fios de cabelo dos colaboradores e até resíduos de alimentos foram encontrados nos quadros, ficando muitas vezes depositados na lente.

4.4.2 O Gráfico de Pareto

Com base na tabela 04, foi construído o Gráfico de Pareto (Gráfico 04) para melhor visualização de todas as fontes de sujeiras internas. Observam-se quais são as principais causas raiz de sujeira interna:

- Sujeira interna na lente 45,5%;
- Sujeira interna no guia de Luz 26,2%;
- Sujeira interna no Mostrador 6,9%;
- Sujeira interna nas luvas dos operadores 5,5%;
- Sujeira interna no Difusor 3,4%;
- Sujeira de Hot-Stamping 3,4%;
- Sujeira de rebarba do ponteiro 2,1%;
- Sujeira interna na Moldura 1,4%;
- Sujeira interna pcb 1,4%;
- Outras Sujeiras 4,1%.

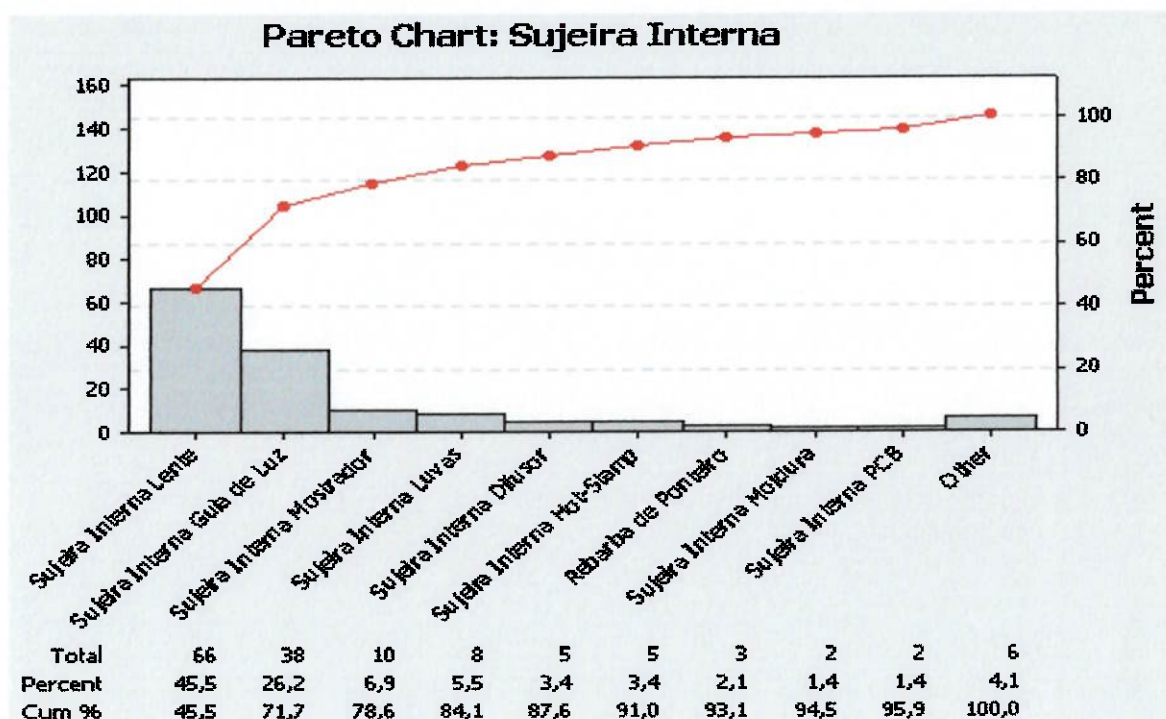


Gráfico 04: De Pareto Sujeiras Internas
Fonte: Jupi

4.4.3 Análise do sistema de limpeza (Pistola de ar)

Para limpeza da lente e dos demais componentes nas linhas de produção dos Quadros é utilizada a pistola de ar Ionizado. A eficiência desse procedimento foi questionada devido aos altos índices de sujeira interna. Adotou-se então uma análise da sua eficiência com a limpeza de quadros com ar ionizado e sem a utilização do ar. Com os resultados demonstrados na tabela 05, constatou-se que existe uma eficiência com a utilização do ar ionizado de 96% e sem a utilização do ar ionizado, a eficiência cai para 74%. Observou-se nessa experiência a eficácia do ar ionizado na limpeza dos quadros, mesmo assim, não é o suficiente para a eliminação de toda a sujeira interna. Constatou-se também que, quando há utilização do ar ionizado na limpeza das peças, há uma contaminação de sujeira na fábrica, pois ao limpar a peça com o ar ionizado em um posto, o colaborador está jogando a sujeira em outra parte do processo, por não haver um sistema de exaustão de limpeza nos postos que utilizam o ar ionizado.

Tabela 05: Eficiência do Ar Ionizado
Fonte: Jupi

Produção de peças com utilização de ar ionizado

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6	Lote 7	Lote 8	Lote 9	Lote 10	Total de peças produzidas:	50
Peça 1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Peças aprovadas:	48
Peça 2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	OK	Peças reprovadas:	2
Peça 3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	% aprovação	96%
Peça 4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Peça 5	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

Produção de peças SEM utilização de ar ionizado

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6	Lote 7	Lote 8	Lote 9	Lote 10	Total de peças produzidas:	50
Peça 1	OK	OK	OK	NOK	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	Peças aprovadas:	37
Peça 2	OK	OK	NOK	NOK	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	Peças reprovadas:	13
Peça 3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	% aprovação	74%
Peça 4	OK	NOK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Peça 5	NOK	OK	OK	NOK	NOK	NOK	OK	OK	NOK	OK		

Com esse ensaio, foi elaborado o Teste de Qui-Quadrado figura 13 para verificar a sua eficácia. Utilizando os resultados dos valores da tabela 05 dos ensaios com quadros utilizados com ar e sem o ar ionizado. O teste Qui-Quadrado é um teste de hipótese que tem a função de encontrar um valor da dispersão para duas variáveis, mesmo sendo um teste não paramétrico. Pode-se observar que existe a diferença nos processos pelo valor do P Value de 0,002 menor que 0,05, comprovando a eficácia do estudo, curso Seis Sigma *Yellow Belt* Jupi Automotiva 2012.

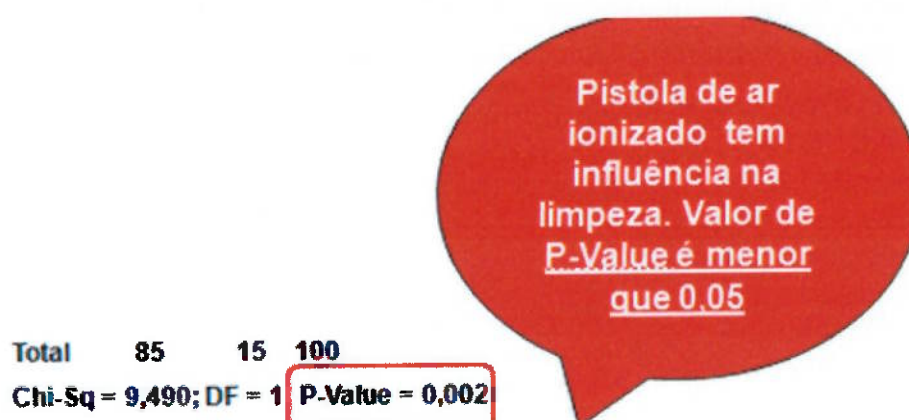


Figura 13: Teste Qui Quadrado
Fonte: Jupi

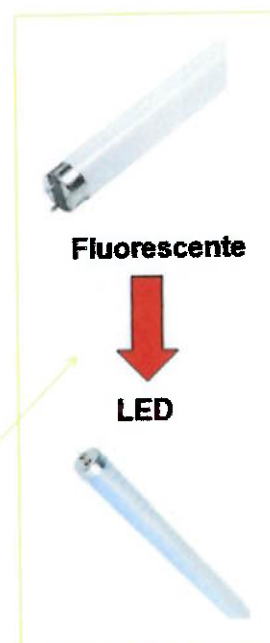
4.4.4 Análise da Iluminação das linhas

Um dos pontos mais importantes para visualização da sujeira interna nos quadros e muito citado pelos colaboradores durante a análise, foi a iluminação da fábrica, que varia em alguns pontos. Essa diferença de iluminação deve-se ao layout das linhas e a iluminação das máquinas que não estão apropriadas para realização de inspeções visuais nas várias fases do processo de montagem dos quadros. Em conjunto com a manutenção realizou-se também um estudo sobre a iluminação nas linhas dos processos conforme a tabela 06. Foi medido o Lux das linhas com lâmpadas fluorescentes e linhas com iluminação com lâmpada de leds. Com um método comparativo entre as linhas com lâmpadas diferentes, solicitou-se para alguns colaboradores realizar uma inspeção de alguns quadros na linha com lâmpada fluorescente e depois os mesmo quadros na linha com lâmpada de led. Os colaboradores constataram que existe melhor visualização dos quadros nas linhas com lâmpadas de led. Através desse *feedback* foi solicitada a substituição das lâmpadas fluorescentes pelas de led na empresa toda.

Tabela 06: Iluminação nas Linhas
Fonte: Jupi

Análise da Iluminação nos postos de Inspeção

Linha	Máquina	Iluminação (lux)			
New Fox	Teste final	440	Denso	Teste Final	290
Viva Cluster	Teste final	220	ASX RFTA	Teste Final	450
	Teste final 1	450	TBX RFTA	Teste Final	410
Corsa	Teste final 2	440	ASX CHRf	Teste Final	550
Cluster NF	Teste Final	260	TBX CHRf	Teste Final	560
Fox / Kombi	Teste final 1	420	PLC	Teste Final	520
	Teste final 2	440	LECM /WB00	Teste Final	260
Polo	Teste Final	340	CECC	Teste Final	830
Golf	Teste Final	400	NF HVAC	Teste Final	430
Ford B402	Teste Final	380	Ford Crago	Teste Final	410
Fiat RLP	Teste Final	340	NFB	Teste Final	330
GMI700 / T6	Teste Final	340	Cap Freshening	Teste Final	450
PSA T7	GP12	490	NFB II	Teste Final	480
PSA T7	Teste Final	410	heco Strallis	Teste Final	430
Fiat 327	Teste final 1	280	Agrale	Teste Final	220
	Teste final 2	190	Mokup	Teste Final	330
Toyota	Teste Final	480	MTCO	Geral	~ 750
Astra / Delta	Iluminação	410			
Celta	Teste Final	360			
FiD MID	Iluminação	370			
PSA B5	Teste Final	580			
Viva HVAC	Teste Final	450			
Rear Unit	Teste Final	340			
		430			



4.4.5 Identificação das Rebarbas – Componentes Plásticos

O Quadro é formado por vários componentes plásticos, como:

- Capa do ponteiro;
- Ponteiro;
- Lente;
- Moldura;
- Guia de luz;
- Tampa traseira.

Todos esses componentes são injetados pela empresa Jupi em outra unidade no interior de São Paulo. As rebarbas analisadas são de diferentes componentes dos quadros. Com uma breve análise, observou-se que cada uma tem a sua respectiva causa raiz, podendo haver diversos problemas. Conforme indicado na figura 14, tem-se as fotos de diversas anomalias identificadas em um guia de luz.

Outros componentes plásticos, como moldura, lente e tampa traseira também apresenta rebarbas. As rebarbas podem ter diversas causa raízes como: uma falha no molde de injeção, uma falha no processo como, por exemplo, o tempo de resfriamento ou até erros da engenharia na construção do molde.

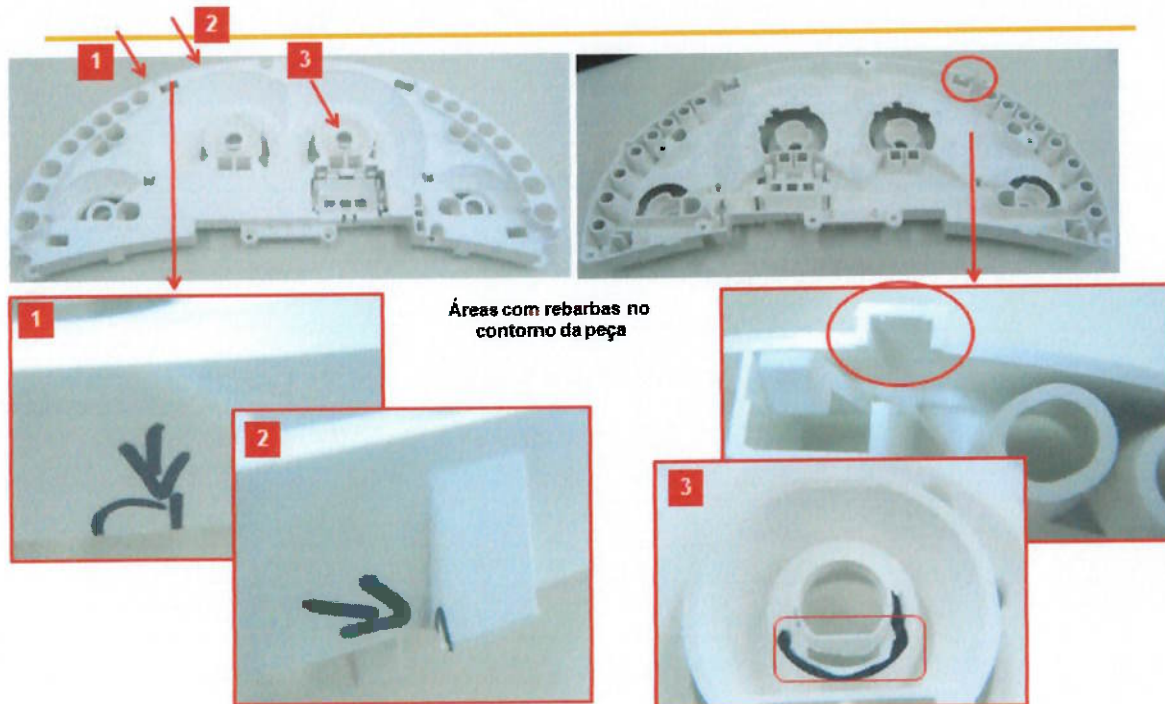
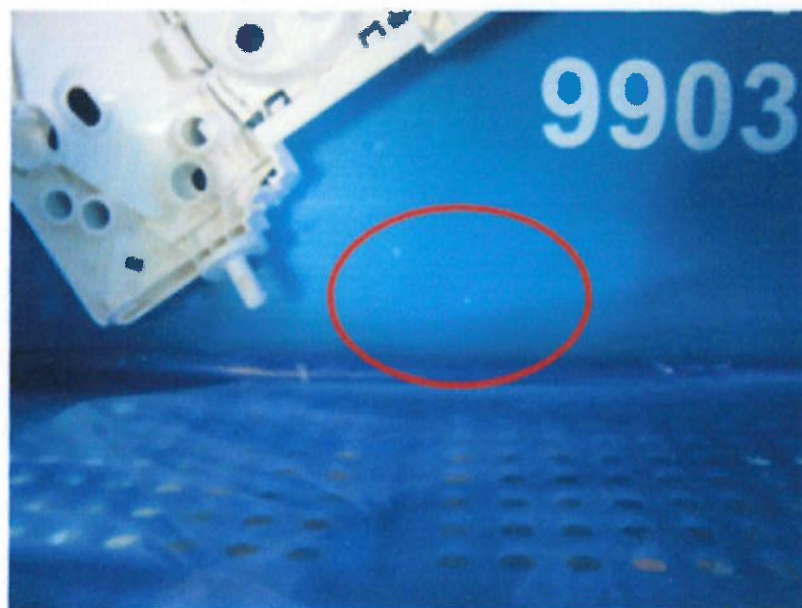


Figura 14: Rebarbas de Peças Plásticas
Fonte: Jupi

4.4.6 Embalagens de Componentes Plásticos

Há uma contaminação muito grande nas linhas de produção por causa das embalagens que são utilizadas. Nelas, existe uma grande quantidade de sujeiras, fragmentos de rebarbas de componentes plásticos, rebarbas de mostradores e pó do corte das PCIs. Como indicado na figura 15, essas sujeiras ficam depositadas nas embalagens.

Essas sujeiras nas embalagens podem ser levadas para os quadros através das luvas dos colaboradores, por exemplo. Ou através do próprio manuseio das embalagens dentro das linhas.



Material do guia de luz encontrado na embalagem do produto

Figura 15: Sujeiras nas Embalagens
Fonte: Jupi

4.4.7 O que é Limpo

Apresentam-se na figura 16 as sujeiras internas mais encontradas nos quadros das linhas de produção e o que é limpo.

O que nós limpamos?



TIPOS DE RESÍDUOS ENCONTRADOS:

- Resíduo de mostrador
- Resíduo do guia de luz
- Linha de roupa



TIPOS DE RESÍDUOS ENCONTRADOS:

- Resíduo do guia de luz
- Resíduo de moldura interna
- Linha de roupa
- Resíduo de mostrador
- Resíduo de lente



TIPOS DE RESÍDUOS ENCONTRADOS:

- Resíduo do guia de luz
- Resíduo de moldura interna
- Resíduo de luva
- Resíduo de lente

Figura 16: O que é limpo nos Quadros
Fonte: Jupi

4.5 Projeto Fase I

Com o andamento do projeto iniciou-se a fase de implementação das melhorias através dos planos de ações definidos com o grupo e os engenheiros de processos de todas as linhas da empresa, com o apoio da alta direção.

4.5.1 Padronização da Inspeção dos Quadros

A primeira ação foi adotar um padrão de inspeção para todas as linhas de produção dos quadros. Foi determinada a distância, tempo de execução de inspeção, iluminação adequada para realização da inspeção pelo colaborador em qualquer parte do processo, desde a montagem dos guias de luzes, montagem do display até o teste final e nas embalagens dos quadros. Busca-se com essa padronização um consentimento geral de todos com sobre o que deve ser inspecionado. Na figura 17, tem-se a folha de processo da padronização para realizar essa inspeção que foi adotada em todas as linhas de produção.

Característica crítica	"D"	FOLHA DE PROCESSO	Revisão
Posto 05	C.Trab 163	Página	



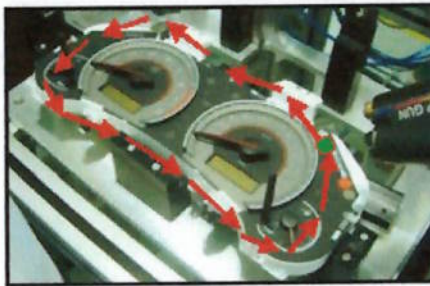
Retirar a embalagem do conjunto moldura e iniciar a limpeza percorrendo todo o perímetro do conjunto moldura no sentido horário. Fazer isso tanto por dentro quanto por fora do conjunto.

Figura 02



Iniciar a limpeza pelo display do velocímetro, percorrer todo o perímetro do display no sentido horário, depois repetir a operação para o display do contagiro, e ao redor do mostrador iniciando pelo ponto verde.

Figura 04



Iniciar a limpeza pelo ponto verde, percorrer todo o perímetro do subconjunto no sentido horário e finalizar no ponto verde.

Pontos importantes

NO CASO DE PEÇA COM PROBLEMA A MESMA DEVE SER COLOCADA NA CALHA DE REJEITO E DEPOIS LEVADA PARA O POSTO DE RETRABALHO A SER RETRABALHADA

(*) PEÇAS DEFEITUOSAS DEVERÃO SER IDENTIFICADAS COMO PRODUTO NÃO CONFORME E COLOCADAS EM LOCAL ADEQUADO.
 (**) AO DETECTAR O NÚMERO LIMITE ESPECIFICADO DE PEÇAS COM DEFEITO, CONSECUTIVAS OU NÃO, SEGUIR IMEDIATAMENTE FLUXO E PROTOCOLO DE ESCALONAMENTO DO JIDOKA (Guarinos e Matsui) OUTRA PLANTAS DE PEÇAS CONSECUTIVAS OU NÃO. COMUNICAR IMEDIATAMENTE O SEU SUPERIOR.
 (***) PEÇAS QUE CAÍREM DURANTE O PROCESSO, DEVEM SER REFUGADAS.

		Data	
		Elaborado	Revisado
Esig	27.4636		

Figura 17: Folha de Processo de Padronização de Limpeza
 Fonte: Jupi

4.5.2 Melhoria na Iluminação das linhas ID

Com a padronização, a iluminação ganhou foco maior, já que a inspeção visual é muito subjetiva de pessoa para pessoa. A primeira ação foi a troca das lâmpadas fluorescentes pelas de led em toda a fábrica, estendendo depois até os escritórios. Na tabela 07, observa-se que com essa substituição obteve-se um ganho de 200 Lux em relação as lâmpadas fluorescentes. Alguns outros pontos dos processos que necessitavam de inspeções para uma montagem especial também receberam luminárias de led.

Tabela 07: Iluminação Atual nas Linhas com Lâmpadas de Led
Fonte: Jupi

Linhas	Lâmpadas	
	Fluorescentes(Lux)	Led(Lux)
A	450	567
B	340	534
C	380	589
D	340	480
E	280	495
F	410	573
G	360	634
H	370	590

4.5.3 *Benchmarking*: Comparação entre as empresas Jupi

Um dos principais pontos de apoio ao projeto foi o *Benchmarking* entre as empresa Jupis. Foi possível adotar na fábrica do Brasil melhorias implementadas nas fábricas de outras Jupis que utilizavam princípios de Qualidade, como da Toyota. Isso fortaleceu o projeto que buscava o mesmo padrão de qualidade desenvolvido nessas empresas. Na figura 18 tem-se essa padronização dos processos, como uso da filosofia *Lean*, *Kaizen*, JIT, uso do 5S nas linhas de outras empresas, que foram pontos fundamentais absorvidos nesse *Benchmarking* entre as Jupis.

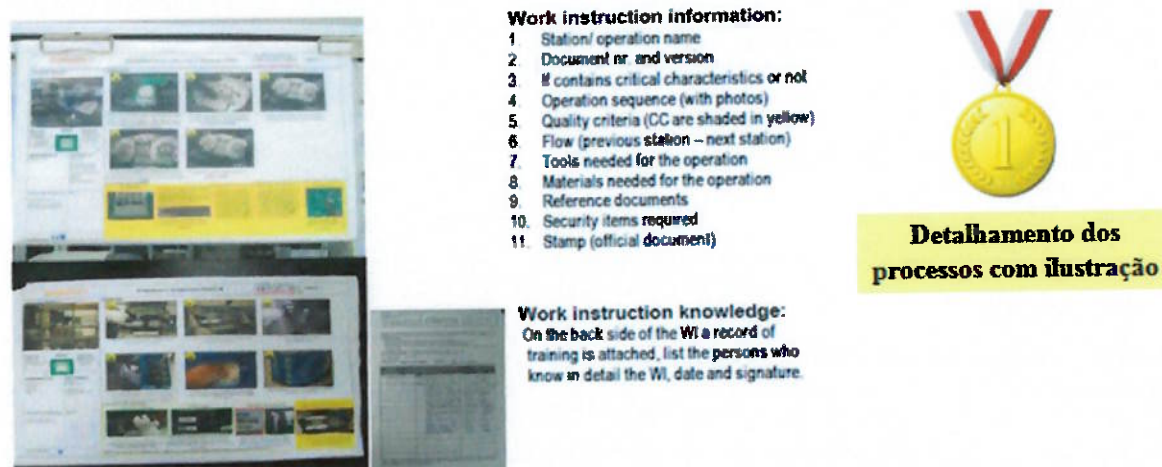


Figura 18: Folha de Processo Benchmarking
Fonte: Jupi

4.5.4 Troca das Luvas

Outra ação imediata foi a inspeção das luvas pelos colaboradores antes do início de cada turno. Na figura 19 tem-se uma foto da instrução de inspeção do estado da luva (aprovado e reprovado), a qual o colaborador deve observar antes do início do trabalho. Em outras linhas, foi adotada a troca das luvas a cada início de turno, mesmo com pouca sujeira. Nessas linhas já está sendo adotada a nova filosofia de eliminação de sujeiras internas.

Plano de Ação: Periodicidade das luvas

VERIFICAR A CONDIÇÃO DE LIMPEZA DA LUVA ANTES DE INICIAR A PRODUÇÃO

- ▶ LUVA DEVE ESTAR NO NÍVEL DE LIMPEZA CONFORME FOTO ABAIXO
- ▶ A Líder da linha deve certificar que todos os operadores estão com luvas conformes

APROVADO



REPROVADO

- ▶ NÃO É PERMITIDO O INÍCIO DA PRODUÇÃO COM LUVAS NO NÍVEL DE SUJEIRA OU AINDA COM PONTOS DE REBARBAS E LINHAS SOLTAIS CONFORME FOTOS ABAIXO



Instrução de Inspeção nas linhas referente condição de limpeza nas luvas.

Figura 19: Folha de Inspeção para Troca das Luvas
Fonte: Jupi

4.5.5 Peças Plásticas Diminuição das Rebarbas

As peças plásticas são uma das principais fontes de sujeira interna ou a maior fonte, devido à quantidade de rebarbas encontradas nos Quadros. Foi definida uma ação em comum que beneficia todas as linhas como a transferência das linhas de Ultrassom e de aplicação de *Hot Stamping* nas molduras. Essa transferência elimina resíduos de contaminação no ar da fábrica. O fornecedor do processo que foi terceirizado deve se comprometer, enviando as peças limpas e sem rebarbas.

Outras peças plásticas estão sendo analisadas pelos engenheiros de qualidade, juntamente com a equipe de projeto e processo para análise das causas raízes e as soluções. Um exemplo foi a correção da ferramenta de injeção de um quadro cujo molde apresentava desgaste e folgas. Isso gerava rebarbas, e na montagem era possível verificar a quantidade de sujeira no processo causado por esse desgaste.

4.5.6 Controle de Rebarbas nos Mostradores

Em alguns casos a redução da presença de rebarbas dos mostradores foi solucionada através da mudança do corte de Estampo para o corte a Laser. Para casos de mostradores mais antigos ou com volume menor, foi adotada uma inspeção visual de 200%. Ou seja, o mostrador passa por uma inspeção visual com um colaborador e depois é inspecionado novamente por outro colaborador. Na figura 20 tem-se uma instrução de inspeção criada para verificação de rebarbas nos mostradores.

Outros mostradores tiveram a implementação de manutenção preventiva dos seus dispositivos de estampas em períodos menores. Ainda ficou definido para área de mostradores que:

- Todos os mostradores devem ser 100% inspecionados;
- Todos os mostradores devem ter peça padrão para auxiliar a produção;

- Contratação de um analista de Qualidade, para acompanhamento do processo na área de mostrador;
- Realização de FMEA para todos os novos mostradores em desenvolvimento.

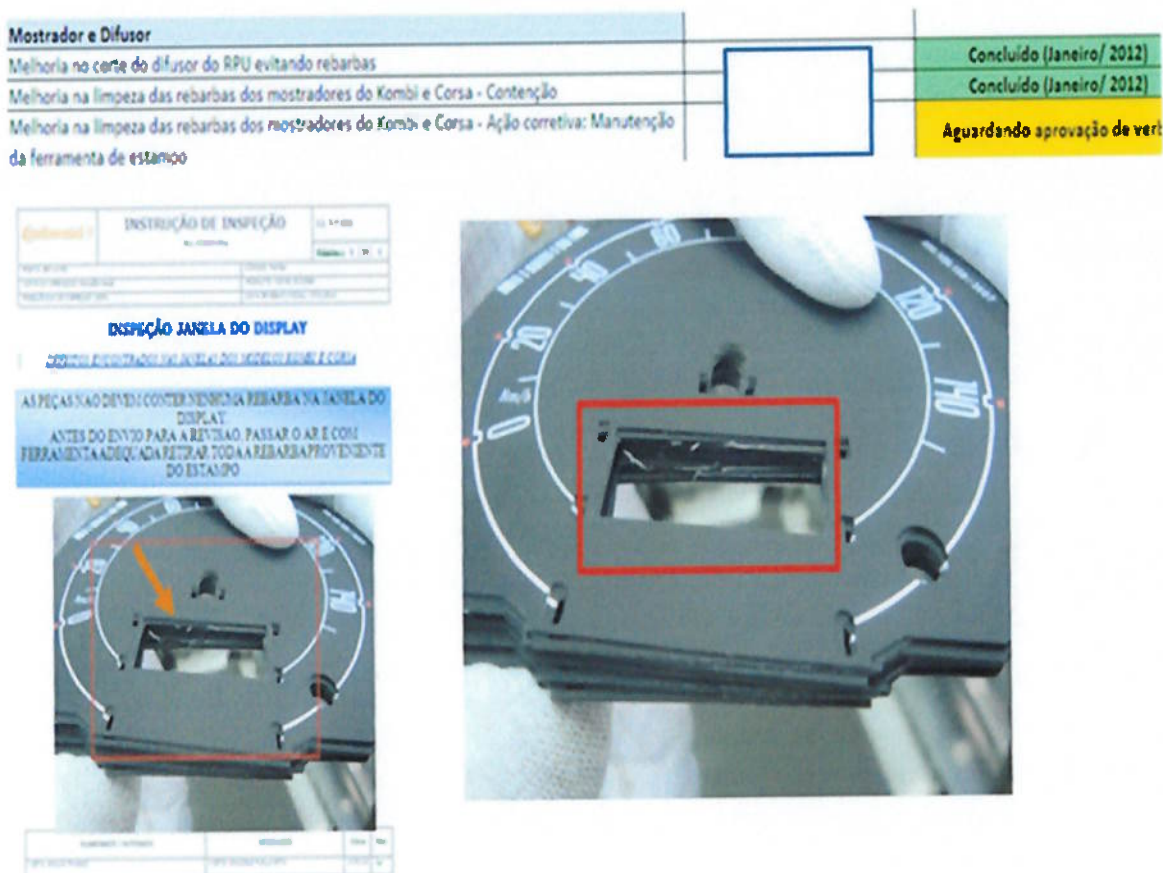


Figura 20: Folha de Instrução de Inspeção de Mostradores
Fonte: Jupi

4.5.7 Limpeza das Embalagens de Transbordo

Foi constatado pelo grupo que a limpeza das embalagens de transbordo era importante para evitar a contaminação na fábrica de partículas de sujeiras ou pó nas embalagens. Ficou determinado que todas as embalagens deveriam ser limpas antes de entrarem na fábrica, como embalagens de PCI, de peças Plásticas e as próprias caixas que retornavam das montadoras. Essas últimas eram as embalagens que chegavam mais sujas de pó, devido ao transporte para as montadoras. E assim, foi criado um centro especialmente para realização da limpeza das caixas de embalagens de transbordo.

4.5.8 Adesivo para Coleta de Sujeiras

A função do adesivo para coleta da sujeira interna é evitar a contaminação devido ao uso do ar ionizado. O colaborador ao usar o ar deve sempre direcionar para o adesivo, assim toda sujeira retirada pelo ar fica presa no adesivo, chamado popularmente nas linhas de “pega mosca”. A troca do adesivo foi definida a cada início de turno. Na figura 21 temos a foto de um posto de montagem com o uso do adesivo.



Figura 21: Utilização do ar ionizado com papel adesivo
Fonte: Jupi

4.6 Projeto Fase C

A Fase C é a fase mais importante para o sucesso do projeto das verificações e das ações de melhorias. Foram criados alguns controles, como planos de inspeção, *check lists* para o controle e monitoramento das ações. Por se tratar de um projeto de melhoria, principalmente tendo o foco a limpeza de processos, componentes e máquinas, foi adotado o programa 5S.

A figura 22 indica a folha de pontuação de auditoria 5S realizada nas linhas de produção e/ou escritório. As auditorias são feitas periodicamente com a formação de grupos e auditores compostos pelos colaboradores da empresa. Conforme a nota da auditoria é feita uma classificação com as seguintes categorias:

- Diamante - nota maior que 9;
- Ouro - nota de 8,1 a 9;
- Prata - nota de 7,1 a 8;
- Bronze - nota de 6,1 a 7;
- Pedra - menor que 6.

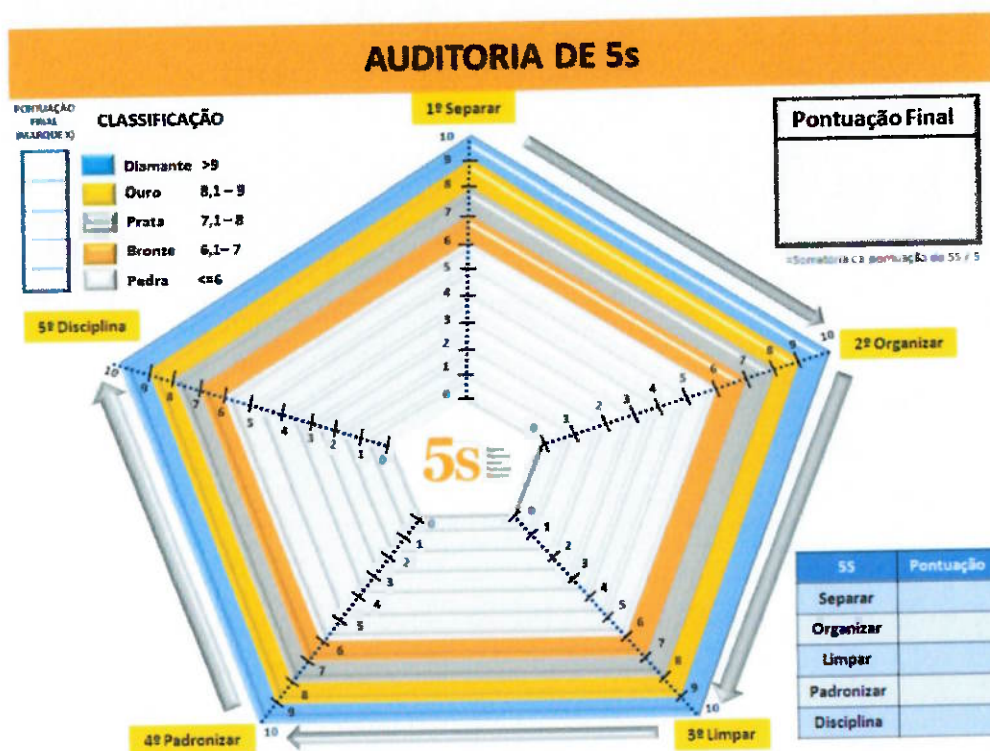


Figura 22: Folha de Pontuação de Auditoria 5S nos Processos
Fonte: Jupi

4.6.1 Controle do Uso das Luvas

Outro controle implementado é o *check list* nas folhas de processo para monitorar o uso das luvas. Esse controle foi acrescentado nos *check list* das linhas, conforme indicado na figura 23, onde antes de cada início de turno são preenchidos pelos líderes das linhas e é realizado esse controle.

Controle da limpeza das luvas

❖ Acréscimo do item 20 na auditoria escalona. A líder da linha será responsável por verificar a condição das luvas de todas as operadoras

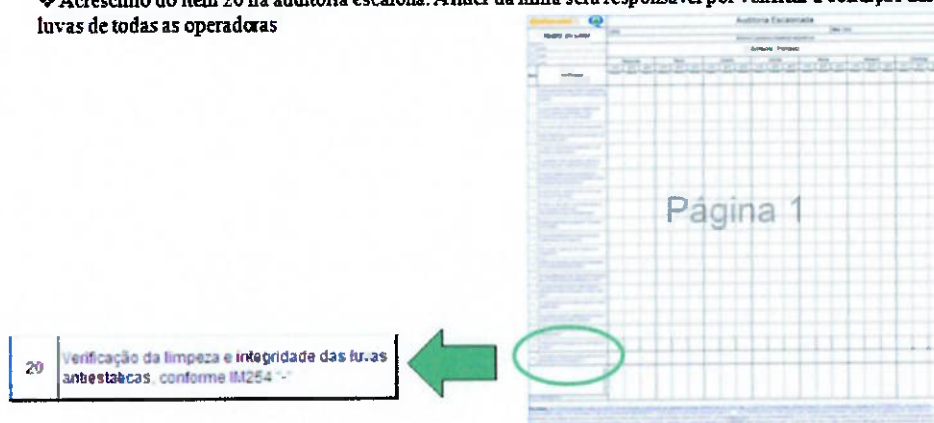


Figura 23: Folha Auditoria Escalonada uso de Luvas
Fonte: Jupi

4.6.2 Controle de Rebarbas das Peças Plásticas

É um item particular que está sendo controlado por cada engenheiro da Qualidade responsável pelo seu produto, para qual se tem o apoio de um líder que só trata de itens plásticos, um *Leader Standart Work*, com a função de monitoramento dos itens injetados recebidos.

4.6.3 Box Plot: Antes e Depois do Projeto

Foi levantado pelo departamento de melhoria contínua e ilustrado no gráfico 05 abaixo, o PPM acumulado nos meses de Dezembro de 2010 a Fevereiro de 2011. Pode-se ver que o valor de PPM antes do projeto era de aproximadamente 6500 PPM. Com as ações de melhoria abaixou para 658 PPM.

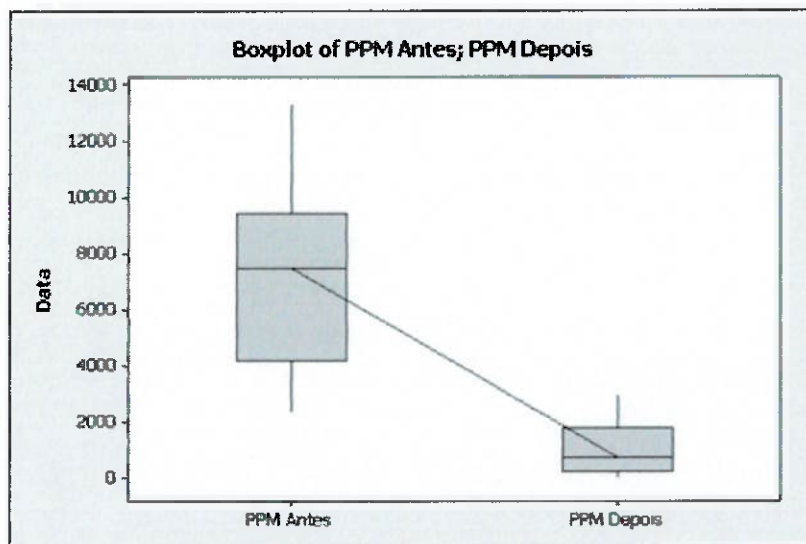


Gráfico05: Box Plot de PPM Acumulado Atual
Fonte: Jupi

4.6.4 Nível Sigma Alcançado

Com as implementações e controle, foi calculado o nível Seis Sigma com base nos meses referentes às ações implementadas.

Variável	Defeitos	Unidades	Oport	Total Oport	DPU	DPO	DPMO	Shift	Capabilidade Long Term	Sigma
	<i>D</i>	<i>U</i>	<i>OP</i>	<i>TOP</i>	<i>DPU</i>	<i>DPO</i>	<i>DPMO</i>	<i>Shift</i>	<i>Z_{LT}</i>	<i>Z_{ST}</i>
TOTAL Setembro 2011	194	158860	1	158860	0,0012	0,001221	1221	1,5	3,03	4,53
TOTAL Outubro 2011	153	156743	1	156743	0,0010	0,000976	976	1,5	3,10	4,60
TOTAL Novembro 2011	147	147623	1	147623	0,0010	0,000996	996	1,5	3,09	4,59
TOTAL Dezembro 2011	87	129625	1	129625	0,0007	0,000671	671	1,5	3,21	4,71
TOTAL Janeiro 2012	73	113454	1	113454	0,0006	0,000643	643	1,5	3,22	4,72
								1,5		
Total	160			243079		0,000658	658	1,5	3,21	4,71

Campos de Entrada	
<i>D</i>	Número Total de Defeitos
<i>U</i>	Número Total de Unidades
<i>OP</i>	Número de Oportunidades
<i>Shift</i>	Sigma Shift (Default: 1.5)

Campos Calculados	
<i>TOP</i>	$U \times OP$
<i>DPU</i>	D/U
<i>DPO</i>	$D/OP \approx D/(U \times OP)$
<i>DPMO</i>	$DPO \times 1000000$
<i>Sigma-L</i>	Nível Sigma Long Term
<i>Z.B.</i>	$(Sigma-L) + Shift$

Nível Sigma
do
processo:
4,71

Figura 24: Nível Seis Sigma Atual
Fonte: Jupi

Mesmo com uma melhora do nível Seis Sigma ainda serão implementadas outras ações de melhoria, como um sistema de pressão positiva e de exaustão na fábrica. Mas como se trata de um investimento alto, que depende de uma aprovação da matriz, este sistema será realizado em uma oportunidade futura. Na figura 24 tem-se a medição do nível sigma com as ações implementadas de setembro de 2011 a janeiro de 2012, com o cálculo do PPM entre esses meses. O nível Seis Sigma foi calculado pela média desse período, obtendo-se um sigma de 4,71. Houve uma melhora significativa, pois o projeto iniciou-se com um valor de Sigma de 3,98. Mas ainda há muito trabalho a fazer. O principal trabalho é manter as ações e a melhoria contínua até o padrão a ser alcançado, o valor de nível de Seis Sigma.

5 Conclusões e Recomendações

A busca pela competitividade devido a globalização dos mercados industriais faz com que muitos executivos adotem o uso da Qualidade como sua principal ferramenta de sobrevivência no mundo dos negócios. Entre os diversos programas de qualidade adotados pelas empresas, um é especial, a Metodologia Seis Sigma, tendo esta como característica principal a diminuição da variabilidade dos processos, visando melhorar os objetivos financeiros das empresas e a satisfação dos clientes.

Com a adoção dos programas de Seis Sigma e a diminuição da variabilidade nos processos, as empresas nacionais e multinacionais vêm ao decorrer dos tempos, colhendo bons resultados, obtendo lucros e prospectando novos negócios.

Nesse trabalho foi mostrado que com o uso da metodologia Seis Sigmas há uma melhoria nos padrões de qualidade que podem ser observados pelos colaboradores, gestores e clientes. Hoje, fica evidente que o uso da metodologia Seis Sigma significa alcançar padrões de qualidade internacionais, exigidos por grandes empresas.

Um fator importante observado nesse trabalho é o comprometimento das pessoas que buscam no Seis Sigma trabalhar com mais envolvimento e com qualidade dos produtos.

Esse comprometimento é importante para o sucesso da Metodologia que obtém resultados ao longo do tempo da sua implementação.

Outro fator importante é o apoio da alta direção que deposita a sua confiança e dinheiro no desenvolvimento das pessoas dos grupos Seis Sigma.

Com o sucesso das implementações da Metodologia Seis Sigma na empresa Jupi, as reuniões trimestrais com os líderes dos projetos serviram para informar a matriz sobre os *status* dos projetos concluídos e seus objetivos alcançados. Também foram discutidos novos projetos a serem executados por outros grupos.

Houve um trabalho em paralelo pelo departamento de Melhoria Contínua de transmitir a Metodologia para as outras unidades da empresa no Brasil.

Foi recomendada, em uma dessas reuniões, a realização de futuros trabalhos com o uso de Lean Six Sigma, focando a qualidade no aumento de volume em algumas linhas. Foi recomendada também a implementação do DFSS- *Design For Six Sigma*, para melhoria nos projetos quando as características exigidas pelos clientes não estão bem definidas em um produto. Essas duas novas ferramentas são os próximos passos a serem implementados pela empresa Jupi.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9000:2005. **Sistemas de Gestão da Qualidade Fundamentos e vocabulário** –. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.

ABNT NBR ISO 9001:2008. **Sistemas de Gestão da Qualidade Requisitos** –. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.

ABNT ISO/TS 16949–ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
ISO/TS 16949: **Sistema de Gestão Qualidade – Requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2000 para organizações de produção automática e peças de reposição pertinentes**– Rio de Janeiro, 2004.

APQP – **PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO**
Manual de referência (2008)

AGUIAR, Silvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa SeisSigma**. 2º ed. Minas Gerais: FDG, 2002. 125p

Carneiro, Lucianne, **Jornal o globo Automóvel no Brasil custa até 106% mais que lá fora**. <http://oglobo.globo.com/economia/automovel-no-brasil-custa-ate-106-mais-que-la-fora-5928923> Acesso em 20 set 2013

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total**. B. Horizonte: INDG, 2004

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento: a arte de garantir a qualidade**. Tradução: Áurea Weissenberg. Rio de Janeiro, 1986. p 31.

CHOWDHURY, Subir. **Quem comeu o hambúrguer?: O poder do Seis Sigma**. 9ª ed. Rio de Janeiro, 2005. 111 p

Curso Seis Sigma **Yellow belt** Jupi Automotiva-2012

DEMING, E.W. (1990). **Qualidade: a revolução da administração**. Trad. por Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro, Marques-Saraiva.

FEIGENBAUM, A.V. **Controle da qualidade total**. São Paulo, Makron Books, 1994, p 8.

GARVIN, D.A (1992). **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Trad. por João Ferreira Bezerra de Souza. Rio de Janeiro, Qualitymark.

ISHIKAWA, K. (1986). **TQC, total quality control: estratégia e administração da qualidade**. Trad. por Mário Mishmura. São Paulo, IMC Internacional Sistemas Educativos. JURAN, J.M.;

JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. (1990). **Juran planejando para a qualidade**. São Paulo, Pioneira

RODRIGUES, Marcus V. **Entendendo, aprendendo, desenvolvendo qualidade padrão Seis Sigma**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

ROTONDARO, Roberto. **Seis Sigma: Estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Maximiano, Antonio Cesar Amaru: **Administração de Projetos**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1997

Notas de aula do curso GEQ 32 USP, CAMINADA NETTO, A; Souza, Gilberto F.M. **Metodologia 6 Sigma para a Excelência Operacional**. São Paulo: PECE-USP, Apostila da disciplina GEQ-032 – do Curso de Especialização em Gestão e Tecnologias da Qualidade da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo 2013

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PEREZ- WILSON, M Seis Sigma: **Compreendendo o conceito, as implicações e os desafios**. 1 Reimpressão Rio de Janeiro Qualitymark 2000

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura Seis Sigma**. 1º ed. Minas Gerais: Werkema, 2004.256p.

Programa Seis Sigma – **ABB** S. Paulo, 1995