



VII Congresso de Sistemas LEAN

"Contribuições do Lean à gestão em tempos de crise"

Abordagem prática do *lean* e metodologia seis sigmas para redução do índice de falhas falsas no processo produtivo de montagem TVs/LCD

Raimundo Nonato Alves da Silva (UEA) – raimundo.nonato.silva@gmail.com

Ghislaine Raposo Bacelar (FUCAPI) – ghislainerb@gmail.com

Objetivo(s): A busca pela redução do número de defeitos nos processos produtivos fabris, tem motivado vários novos projetos e desenvolvido diversas ferramentas, além de ter impulsionado esforços de várias organizações ao longo destes três últimos séculos em todos os continentes. Este estudo teve o objetivo de reduzir 75% dos defeitos de falhas falsas no processo de produção na montagem final das TV /LCD de forma geral a redução da quantidade de defeitos que são originados no processo de montagem final e que após análise e diagnóstico técnico não tiveram seus modos de falha confirmados, chamados aqui de falha falsa e, desta forma, afetando a produtividade do processo produtivo com a sua respectiva perda de desempenho. Com este intuito, o trabalho busca apresentar o funcionamento de um processo eficiente de produção, identificar tarefas críticas e oportunidades de melhorias, implantando o método DMAIC, originário da filosofia seis sigma, e propor um plano de ação que irá combater os principais causadores do problema, diminuindo assim, os desperdícios diários ligados diretamente à melhoria da produtividade

Metodologia/abordagem: O estudo inicia-se trazendo um diferencial, pois traz um processo para diminuir o índice de falhas no processo desta empresa, garantindo a qualidade através da aplicação de ferramentas Seis Sigma. O estudo foi descritivo, pois se pretendia descrever o processo durante todo o decorrer do projeto e a assim proporcionar maior contato com as dificuldades gerando soluções adequadas para o problema, tornando-o mais transparente e elaborando ideais e soluções com agilidade. Pelo critério da pesquisa, este projeto é classificado como de natureza exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito e também permitindo a construção de hipóteses.

Resultados: Com a aplicação destas ferramentas e a metodologia Lean Six Sigma, o projeto reduziu 89% de falsas falhas no processo de medição, também houve uma redução no custo de R\$ 0,096 para R\$ 0,011.

Implicações práticas: Todos os objetivos da empresa foram atingidos neste projeto, assim como houve um excelente ganho de conhecimento nas ferramentas lean por parte dos líderes e usuários da filosofia seis sigma na indústria.

Palavras-chave: Competitividade, DMAIC, Produtividade, Falhas falsa, Seis Sigma.

Aims: The search for a reduction in the number of defects in manufacturing processes has motivated several new projects and developed several tools, as well as driving the efforts of various organizations over the last three centuries in all continents. The objective of this study was to reduce the defect defects in the production process in the final assembly of the TV / LCDs by 75% in order to reduce the number of defects that originate in the final assembly process. had their failure modes confirmed, referred to here as false failure and, thus, affecting the productivity of the productive process with its respective loss of performance. The aim of this work is to present an efficient production process, identify critical tasks and opportunities for improvement, implement the DMAIC method, which originates from the six sigma philosophy, and propose a plan of action that will combat the main causes of the problem , thus reducing daily waste directly linked to improved productivity. The study starts with



a differential, since it brings a process to reduce the index of failures in the process of this company, guaranteeing the quality through the application of Six Sigma tools.

Methodology: The study was descriptive, since it was intended to describe the process throughout the project and to provide greater contact with the difficulties generating adequate solutions to the problem, making it more transparent and elaborating ideals and solutions with agility. By the research criterion, this project is classified as exploratory in nature, as it aims to provide greater familiarity with the problem, with a view to making it more explicit and also allowing the construction of hypotheses.

Results: With the application of these tools and the Lean Six Sigma methodology, the project reduced 89% of false failures in the measurement process, there was also a cost reduction of R \$ 0.096 to R \$ 0.011

Practical Implications: All of the company's objectives have been met in this project, as well as there has been an excellent gain in lean tools knowledge from the leaders and users of the Six Sigma philosophy in the industry.

Keywords: Competitiveness, DMAIC, Productivity, False False, Six Sigma.

1. Introdução

O projeto tem como premissa básica o ganho de produtividade em geral e, a partir desta, destacou-se como um fator divergente à mesma, ou seja, a quantidade de defeitos que são identificados em postos de teste do produto, mas ao ser analisado pelo técnico de diagnóstico, a mesma falha não era confirmada.

Após discutidas formas de atuação do corpo gestor, usaremos neste projeto a ferramenta de análise Lean Manufacturing juntamente com a filosofia seis sigma que por sua vez engloba outras ferramentas as quais se pretenderá demonstrar no decorrer do projeto.

A abordagem Seis Sigma foi desenvolvida pela Motorola, na década de 80, com o objetivo de reduzir a taxa de falhas em seus produtos eletrônicos manufaturados. O programa foi elaborado com o severo desafio do "desempenho livre de defeitos", e visando o aprimoramento da confiabilidade do produto final e a redução de desperdícios com material rejeitado e sem possibilidade de uso (sucata).

Seis Sigma é uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços. Essencialmente, o sigma é uma medida estatística para medir a taxa de falhas. Quando o nível sigma é baixo, 1 ou 2, significa que as taxas de falhas são bem elevadas. Mas, se falamos em "Seis Sigma", significa redução da variação no resultado entregue aos clientes numa taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição. (Rotondaro, 2014). A utilização do Seis Sigma em um processo permite às organizações incrementar seus lucros pela otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros. (Harry,1998). A tabela exemplificada através do quadro 1, apresenta de forma sucinta o impacto financeiro relacionado ao número de falhas no processo produtivo.



Quadro 1: Nível Sigma e o impacto financeiro do custo da não-qualidade

Custo Da Qualidade		
Nível Sigma	Defeitos por Milhão de Oportunidades	Custo da Qualidade
2	308.537 (Empresa não competitiva)	não aplicável
3	66.807	25 - 40% das vendas
4	6.210 (Média Industrial)	15 – 25% das vendas
5	233	5- 15% das vendas
6	3.4 (Classe Mundial)	<1% das vendas

Fonte: Mikel Harry, 1998

O custo da não qualidade de um processo ou produto representa as perdas por falta de qualidade como recursos, retrabalhos, custos extras de frete entre outros, que impactam no lucro operacional da empresa. Observa-se que quanto menor o número de defeitos por milhão de oportunidades, menor será o custo pertinente a não qualidade, ou seja, mais próxima a empresa estará do nível Seis Sigma.

2. Revisão bibliográfica

Para Jefferson Scobar (2010) o DMAIC é um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria inicialmente concebido para projetos relacionados à qualidade, o DMAIC não é efetivo somente na redução de defeitos sendo abrangentes para projetos de aumento de produtividades. Cada letra representa sequencialmente uma etapa do processo de evolução de um determinado projeto: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyse* (Analisar), *Improve* (Melhorar), *Control* (Controlar). Por representar um ciclo organizado e ordenado de trabalho, o DMAIC é constantemente comparado ao ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Deming (*Plan, Do, Ckeck, Act*). É importante ressaltar, contudo, que existem características que diferenciam essas duas técnicas.

2.1 Aplicação do ciclo DMAIC

A aplicação do ciclo DMAIC deve ser sempre precedida de uma definição e desdobramento dos KPIs (Indicadores de performance) gerenciais da empresa, ou seja, dos



indicadores importantes para o negócio da empresa. Desta tarefa, tem-se como resultado um documento denominado “*Business Case*” para cada KPI selecionado. Deste documento são estabelecidas as diretrizes de trabalho com as informações acerca da descrição do problema, meta objetivada, ganhos potenciais, escopo de atuação, restrições nos recursos e definições do “*Sponsor*” do projeto. Muitas vezes, pela abrangência organizacional de um “*Business Case*”, este pode desdobrar em mais de um projeto de melhoria DMAIC.

Esta relação entre os indicadores do negócio e a escolha dos projetos permite direcionar os recursos para as oportunidades mais significativas em relação à gestão do negócio da Empresa e quantificar os ganhos financeiros dos projetos. Esta contabilização de ganhos e consequente necessidade de participação da área financeira na definição e validação desses cálculos – antes, durante e depois dos projetos – é um diferencial do DMAIC em relação a outros modelos de melhoria.

O DMAIC tem também como característica marcante o enfoque na mensuração das informações, ou seja, a obtenção de dados quantitativos – evidências objetiva – durante as etapas do projeto. Dentro de cada etapa do ciclo DMAIC existem atividades suportadas por ferramentas e técnicas estatísticas para se atingir adequadamente os objetivos de cada uma dessas etapas e consequentemente o objetivo principal do projeto. (Scobar, 2012)



Figura 1: Etapas do Ciclo DMAIC

Fonte: Lean Manufacturing Six Sigma Definitions, 2015.

Na figura 1 são detalhadas as subatividades em cada fase do DMAIC com os seus respectivos objetivos e metas a serem alcançadas.

Por essas características e a forma disciplinada e metódica de melhoria nos processos, os projetos DMAIC requerem um maior tempo de desenvolvimento (de três a dez meses,



dependendo do escopo do projeto) e requerem profissionais – líderes de projeto – dedicados ao desenvolvimento dos mesmos.

De acordo com a necessidade em cada etapa do processo, este líder convocará a participação de profissionais de diversas áreas para cumprimento dos objetivos necessários para prosseguir com o projeto. A capacitação adequada, destas líderes e dos principais participantes dos projetos, nos princípios e técnicas de trabalho é fundamental para o êxito da estratégia. Afinal, o projeto pode exigir durante as etapas a utilização de técnicas diversas originadas do “*Total Flow Management*” (TFM), “*Total Quality Management*” (TQM) e “*Total Productive Maintenance*” (TPM) como: mapeamento do processo, trabalho padronizado, gráfico de Pareto, análise de regressão, análise de quebras, matriz de habilidade, controle estatístico de processo, entre outras. Outro personagem primordial na aplicação do DMAIC é o chamado “*Sponsor*” ou padrinho do projeto. Esta função deve ser exercida por um profissional de cargo gerencial, pois terá com a função apoiar o líder de projeto, provendo os recursos necessários e atuando como facilitador nas relações interdepartamentais. O padrinho é o responsável pela prestação de contas perante a alta administração, portanto o resultado do projeto deve estar dentro de seus objetivos e metas gerenciais, o que vai ressaltar a importância da adoção do DMAIC como uma verdadeira estratégia gerencial de negócios pelas empresas.

2.2 Demonstrativo de aplicação do ciclo DMAIC

Será realizado um levantamento com base no histórico geral de defeitos com os seus impactos na produtividade de uma determinada empresa do Polo Industrial de Manaus (PIM), neste histórico será estudado a quantidade de falsas falhas de forma percentual para identificar-se seu real número, visto que, a proposta do projeto baseou-se em premissas oriundas de fontes gerais do processo produtivo, mas sem levantamento histórico de dados.

A metodologia adotada segue esquema abaixo na figura 2 com a apresentação das informações, onde se mostra as etapas do método DMAIC conforme embasamento teórico.

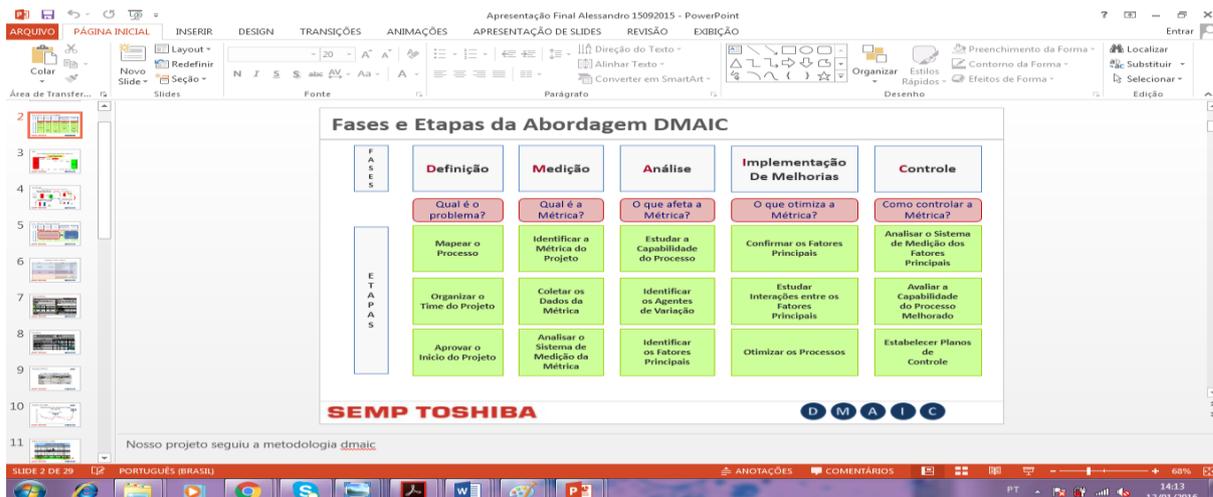


Figura 2: Etapas DMAIC e seus pré-requisitos
 Fonte: Adaptado de Rotondaro, 2012

Na fase de definição as pessoas responsáveis pelo andamento do projeto definem o problema que deve ser tratado, juntamente com um documento elaborado pelos líderes do projeto, este documento é o termo de abertura do projeto conhecido como Project Charter.

2.3 Voz do Cliente

Identificou-se o potencial de redução no custo da mão-de-obra direta estimada em 1,50% com a redução em 75% dos defeitos de falhas falsas no processo de produção na montagem final de TVS / LCD. Na figura 3 arrazoa-se de forma sucinta a forma de cálculo que se utilizou para mensurar os ganhos financeiros do projeto.

Custo MOD por produto		Custo MOD/Mensal (150K LCDs)	Custo MOD/Ano	
R\$	14,58	R\$ 2.245.320,00	R\$	26.943.840,00
R\$	14,36	R\$ 2.211.640,20	R\$	26.539.682,40
Oportunidade de Ganho		-R\$ 33.679,80	-R\$	404.157,60

Figura 3: Potencial para redução de despesas com o ganho de produtividade
 Fonte: Autor, 2016.

2.4 Etapa M: Medir e Mapear o processo atual

Esta é a fase de medição do projeto onde é aplicado algumas ferramentas como o fluxograma, SIPOC, Diagrama de Pareto, gráfico de tendência etc. A fase de medição é crucial para o andamento do projeto, pois são necessários que as medições sejam corretas,



portanto, precisamos validar os dados através da análise do sistema de medição em resumo podemos separar esta fase em algumas etapas.

- ✓ Planejar a coleta de dados;
- ✓ Decidir entre as alternativas de coleta de novos dados ou usar o já existente;
- ✓ Identificar a forma de estratificação para o problema;
- ✓ Preparar e testar o sistema de medição;
- ✓ Coletar de dados;
- ✓ Análise o impacto das variáveis que fazem parte do problema e identificar os problemas prioritários;
- ✓ Analisar as variações dos problemas prioritários;
- ✓ Estabelecer a meta de cada problema;

2.5 Coleta de dados

Baseou-se nos dados históricos coletados em Janeiro de 2015 de defeitos originados no processo de montagem final e que não tiveram confirmação após diagnóstico técnico, conforme demonstrada na figura 4.

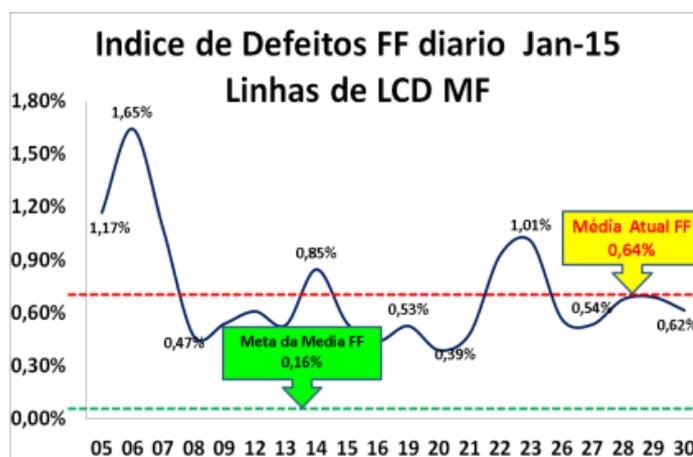


Figura 4: Quantidade de defeitos não confirmados no mês de janeiro/2015
Fonte: Autor, 2015

2.6 Etapa A: Análise e identificação das causas do problema

Na fase de análise já com os dados coletados são investigadas e identificadas as principais causas do problema/defeito utilizando ferramentas como Diagrama espinha de peixe, Análise de Regressão, Gráfico de Série Temporal, Histograma e Diagramas de



Dispersão. Esta fase é capaz de priorizar e determinar ações para que o objetivo do projeto seja atingido. Esta fase consiste nas seguintes etapas:

- ✓ Analisar o processo gerado do problema prioritário;
- ✓ Analisar os dados do problema prioritário;
- ✓ Identificar e organizar as potenciais causas do problema prioritário;
- ✓ Priorizar as causas que tenham maior relevância;

2.7 Etapa I: Melhorar o desempenho do processo

Esta fase consiste em desenvolver um método para melhorar e reduzir as variações e ruídos do processo existente, que comprovadamente atendam a meta estipulada na fase inicial projeto. Para comprovar a solução desenvolvida é necessário realizar um processo piloto para a aprovação final do método desenvolvido, podemos utilizar algumas ferramentas como Análise de Regressão, Desenho de Experimentos e Análise de Variância. A fase de Melhoria pode ser resumida de acordo com os passos abaixo.

- ✓ Desenvolver soluções para eliminar as causas fundamentais do problema;
- ✓ Priorizar as soluções com maior potencial;
- ✓ Analisar os riscos das soluções propostas;
- ✓ Minimizar os riscos existentes nas soluções propostas;
- ✓ Realizar um teste piloto na solução desenvolvida para validar a proposta;
- ✓ Implementar as melhorias;
- ✓ Avaliar se a meta foi alcançada de acordo com o planejado;
- ✓ Desenvolver um plano para executar as melhorias em larga escala;

2.8 Etapa C: Controlar o processo após melhorias.

A última etapa da metodologia DMAIC consiste em garantir as melhorias implementadas, testadas e validadas sejam sustentadas durante todo o processo e ao longo do tempo. Para garantir e comprovar o controle das variações detectadas antes das modificações podemos utilizar algumas ferramentas como: diagrama de Pareto, carta de controle de processo, histograma, índices de capacidade e métricas do *lean six sigma*. Esta última etapa pode ser resumida em algumas etapas como:



- ✓ Avaliar se a meta foi atingida;
- ✓ Estabelecer procedimentos para padronizar as mudanças implementadas;
- ✓ Divulgar os novos padrões estabelecidos;
- ✓ Implementar um plano de monitoramento da performance do novo processo;
- ✓ Definir um plano para tomadas de ações corretivas para eventual problemas no processo;
- ✓ Divulgar as lições aprendidas no projeto para melhorias futuras;

2.9 Aplicabilidade da Ferramenta no projeto

A partir da meta estabelecida de redução de custos na empresa estudada, foi estabelecida a meta de redução no custo no produto acabado, para isto a intenção é identificar todas as potenciais causas tanto no processo produtivo como no projeto do produto, que impactam diretamente ou indiretamente no custo final do produto. Foi realizado um levantamento de todas as despesas existente na empresa e discutido projetos para redução de custos e melhorias em todos os tipos de despesas. Este projeto consiste na redução de custos com o ganho na produtividade que está inserido no centro de custo de despesa industrial e terá sua contribuição para o atendimento da meta estipulada pelo cliente, reduzir o valor do custo do produto acabado de R\$53,11 para R\$42,48 por aparelho produzido como mostra o gráfico na figura 5.

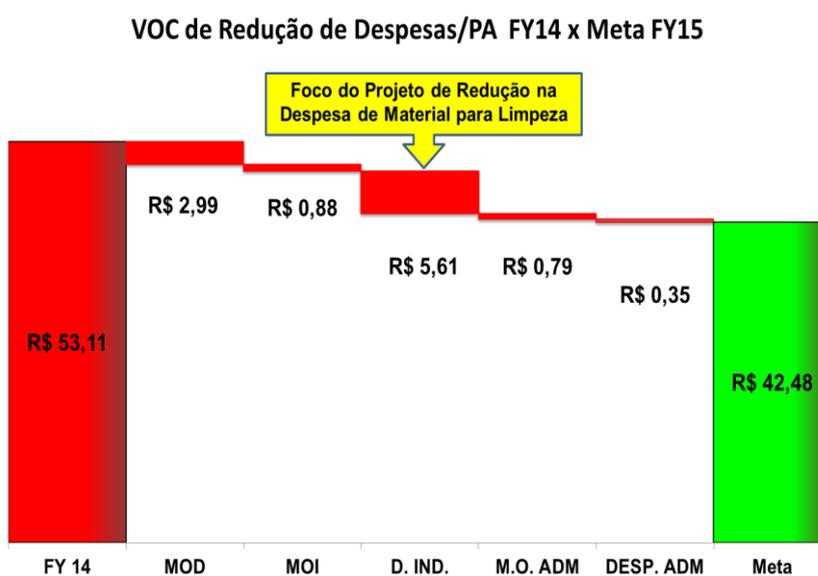


Figura 5: Meta estabelecida pela voz do cliente
Fonte: Autor, 2016.



3.0 Proposta de utilização das ferramentas da qualidade

Cronograma

Onde são detalhados efetivamente as realizações das etapas do projeto. Sua duração e planejamento de período do projeto. O projeto ora proposto utilizou o cronograma definido a seguir demonstrado na figura 6.



Figura 6: Cronograma do projeto
Fonte: Autor, 2016

3.1 Padrão de desempenho da métrica

Nesta etapa do projeto é proposta a métrica do projeto, definição da unidade de medida a ser utilizada; meta estabelecida do projeto; limites de controle e tudo aquilo que for considerado defeito, ou seja, os valores que ultrapassem os limites estabelecidos.

O projeto introduziu de um sistema de medição para defeitos não confirmados definido na figura 7 com o objetivo de, inicialmente, identificar e medir valores reais de defeitos na condição do escopo do projeto. Estabeleceu-se como meta a redução em valores absolutos de 75% com base janeiro/2015 demonstrada na figura 8. Observa-se que que a medição inexistia em períodos anteriores, porém é perceptível que o problema afeta os indicadores de produtividade.



Métrica do Projeto: Índice de defeito de falsa falhas na MF do LCD
Definição da Métrica: 1. Quantidade de defeitos identificados nos postos de teste não confirmados no posto técnico em relação a quantidade de aparelhos produzidos.
Unidade de Medição da Métrica: Percentual.
Meta de Melhoria da Métrica: Redução em 75% da quantidade absoluta de falsa falhas.
Limites de Especificações: Limite superior: 0,16% Alvo: 0%
Definição de Defeitos: Todo e qualquer dia em que o índice de defeito de FF for superior a 0,16%.

Figura7: Padrão de desempenho da métrica
Fonte: Autor, 2016

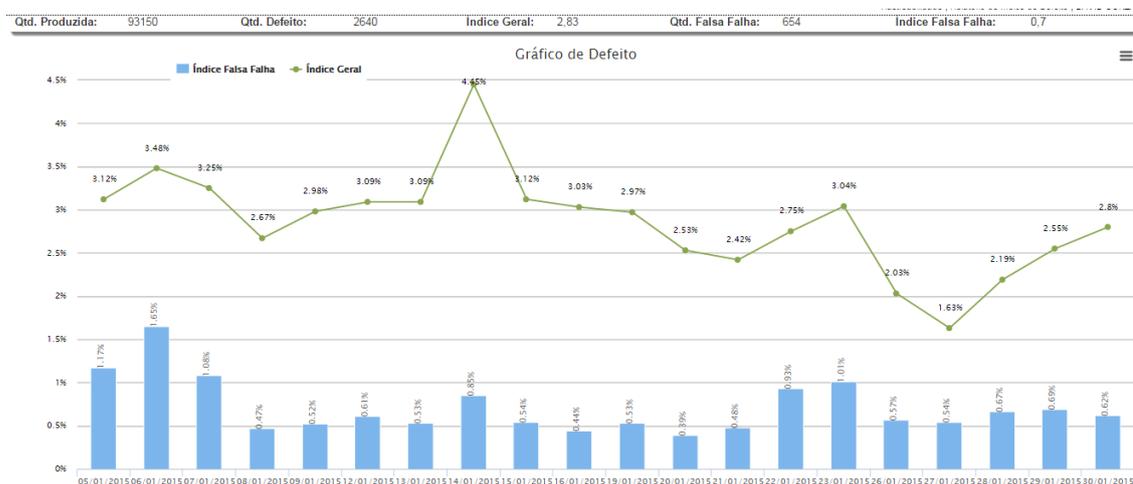


Figura 8: Ferramenta para medição
Fonte: Autor, 2016

Após a observação do indicador, houve a necessidade da verificação do comportamento do mesmo com base na visualização do gráfico do comportamento atual podemos estabelecer uma meta, a média do sistema e seu desvio padrão. Com as medições realizadas espera-se um comportamento descontrolado do indicador, com uma média elevada e com uma alta variabilidade do processo representado pelo desvio padrão, a partir destas medições iremos avaliar o modelo atual do processo. Na figura 9 é demonstrado o cenário em que o projeto se encontra e para objetiva alcançar.



Através do Percentual

	jan/15	Meta
Percentual -->	0,64%	0,16%
PPM	6.400	1.600
Nível Sigma	3,99	4,45
Cpk	1,33	1,48

Figura 9: Quadro geral do processo observado
Fonte: Autor, 2016

3. Método proposto

A partir da organização do diagrama é necessário identificar as possíveis causas e separar das causas secundárias, terciárias e assim por diante. A equipe envolvida diretamente no projeto deve discutir entre si e priorizar os problemas que mais impactam no efeito indesejado, sempre questionar o que causa o problema e porque está impactando.

3.1. Aplicabilidade da ferramenta Ishikawa

A proposta é adotar o diagrama de Ishikawa para realizar análise em grupos com o objetivo de estruturar as causas potenciais das falsas falhas ocasionado na montagem final do produto, assim como, oportunidades de melhorias. Utilizaremos algumas etapas para a utilização da ferramenta;

- ✓ Definição do problema;
- ✓ Coleta das informações necessárias para o problema a ser analisado;
- ✓ Realização do brainstorming com as pessoas relacionadas diretamente com o problema;
- ✓ Desenho do diagrama com as causas levantadas pela equipe.

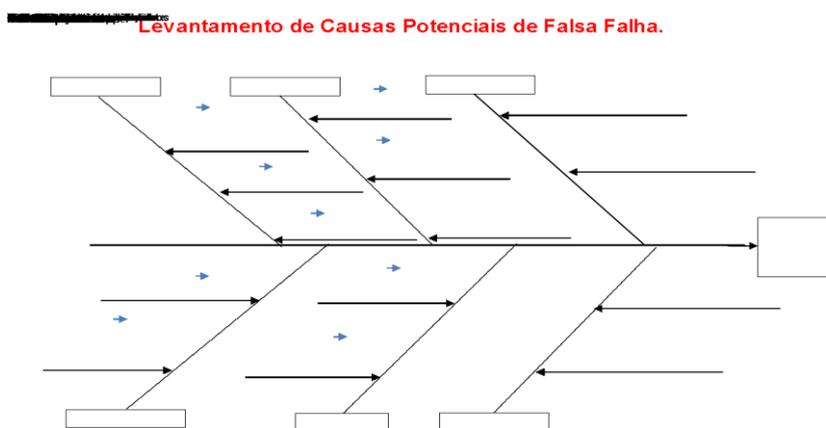


Figura 10: Representação do diagrama de Ishikawa do projeto



Fonte: Autor, 2016

Na figura 10 demonstrou-se o resultado do uso da ferramenta para o projeto em questão.

PLANO DE AÇÃO

A ferramenta de plano de ação é uma das ferramentas da qualidade que tem o objetivo de tratar de forma simples e acompanhar um conjunto de tarefas e atividades que devem ocorrer para atingir a meta estipulada. O plano de ação deve conter todas as informações que sejam importantes para que possam ser direcionados os responsáveis corretos, para este auxílio utilizamos outra ferramenta que serve como base para o cumprimento e acompanhamento das ações estabelecidas.

O controle deve ser bem simples como, por exemplo, um quadro em branco, o plano de ação permite que possamos simplificar nossos métodos de acompanhamento das atividades de forma organizada e com o envolvimento das equipes do projeto tratado.

A utilização da ferramenta 5W2H é de total importância na construção do plano de ação e acompanhamento das atividades. A técnica consiste em conceder a objetividade e orientação no cumprimento das ações, que hoje é muito utilizado na elaboração de projetos estratégico ou melhoria de processos. Esta ferramenta tem sua origem atribuída a vários autores. A sigla desta ferramenta tem sua origem nas letras que representam os questionamentos a serem feitos na fase de elaboração do plano de ação, todo o conceito do termo 5w2h tem seu significado de que a ação tem influência por sete circunstâncias, para elaborar o plano e utilizar a ferramenta devemos responder alguns questionamentos.

O que deve ser feito?

Por que esta ação deve ser realizada?

Quem deve realizar a ação?

Onde a ação deve ser executada?

Quando a ação deve ser realizada?

Como deve ser realizada a ação?

Aplicabilidade no estudo

O trabalho irá propor a utilização da ferramenta para o monitoramento da execução das atividades com seus respectivos prazos e responsáveis. Pretende-se utilizar o plano de ação



conjuntamente com a ferramenta 5w2h, porém de uma forma mais adaptada para o trabalho não utilizando todos os passos. Entende-se que o projeto ficará mais enxuto com a utilização mais personalizada da ferramenta, contudo não menos eficaz. Na figura 11 o plano de ação utilizado e executado no projeto.

Cada atividade contida no plano deverá ser evidenciada de acordo com o plano de ação respeitando os prazos estipulados:

Evidência das ações

O projeto propõe evidenciar cada ação de melhoria, por exemplo: foto dos equipamentos substituídos onde será aplicado o estudo. Algumas das ações que o projeto irá propor serão: Treinamentos, Instalação de dispositivos ou modificação de produto.

Plano de Ação para redução do índice de FF na MF do LCD					
What?	How?		Who?	When?	Status
 Interferência do stopper na rede elétrica	Substituir os Stopper elétricos por pneumáticos		DENG	18/05/2015	OK
Cabos danificados	Implementar Manutenção Preventiva do Cabo		DENG	20/04/2015	OK
Paletes danificados	Instalar Tomadas no Posto de Teste para Reprovar o Pallet		DENG/ DMAN	30/04/2015	OK
Substituto não habilitado	Rever o processo de acompanhamento a apontamento de Produção no teste		DENG / DPROD	30/04/2015	OK
Aparelho desliga na hora do ajuste	Correção da linha de atraso do boot através da Troca do SW	Novo release de SW	DENG	15/03/2015	OK
Aparelho trava durante o teste	Correção da linha de atraso do boot através da Troca do SW	Novo release de SW	DENG	15/03/2015	OK

Figura 11: Representação do plano de ação do projeto
Fonte: Autor, 2016

Capabilidade de processo

A capabilidade de um processo pode ser representada por indicadores que medem o desempenho de um sistema quanto ao atendimento de uma especificação pré-estabelecida. Os



resultados dos indicadores permitem classificar o processo dentro dos níveis de capacidade, os índices podem ser Cp, Cpk ou Cpm. Para este projeto usaremos o índice Cpk com o objetivo de entender se para os indicadores de defeito de falsa falha, se o mesmo está dentro dos limites especificados, a ideia é utilizar o índice Cpk no cenário atual e também após as melhorias, para medirmos o quanto o processo melhorou ou não. Os índices de capacidade são de extrema importância em todos os processos, principalmente na fase inicial do processo, pois a partir destes índices, há possibilidade maior no acerto em relação ao processo escolhidos, pois pode apontar falhas ou defeitos no processo possibilitando a tomada de ação para a prevenção do problema. Afirma Rotondaro (2014), que existe uma classificação mundial quando ao índice de qualidade que determina o nível sigma de um processo, hoje um processo próximo da perfeição seria com o nível seis sigma que consiste no seu índice de CPk igual a 2 ou seja, o índice de falha deste processo é extremamente baixo, possibilitando uso da capacidade quase toda sem perdas significativas conforme podemos visualizar os níveis sigma com seus respectivos índices de CPk representado na figura 12.

Nível Sigma (long-term)	Nível Sigma (short-term)	Percentual de Defeitos (real-long-term)	DPMO (real-long-term)	C _{pk} (short-term)	
-0,5	1	69%	691.460	0,33	não competitivo
0,5	2	31%	308.540	0,67	
1,5	3	6.7%	66.807	1,00	competitivo
2,5	4	0.62%	6.210	1,33	
3,5	5	0.023%	233	1,67	classe mundial
4,5	6	0.00034%	3,4	2,00	

Figura 12: Nível sigma de processo
Fonte: Rodrigo Vargas, 2016

4. Resultados

Após a implementação das melhorias é proposto uma segunda medição para mensurar os dados e validar as ações descritas no plano de ação. Esperamos uma redução significativa na média do indicador especificado na métrica e também uma redução na variabilidade do processo, ou seja, redução do desvio padrão do processo estudado. De acordo com o exemplo



a seguir a ideia é exibir um gráfico da métrica do projeto para a comparação do cenário após as melhorias e anterior às modificações no processo.

A comparação dos resultados será visualizada com a comparação dos indicadores mensais e na observação do comportamento dos indicadores ao final do projeto anterior e posterior as ações propostas neste trabalho, conforme demonstrado na figura 13.

CEP – Controle estatístico de processo

Hoje vários países utilizam o controle da qualidade em muitas empresas, este controle é considerado premissa básica de um processo de produção de produtos ou serviços realizando adaptações para cada seguimento.

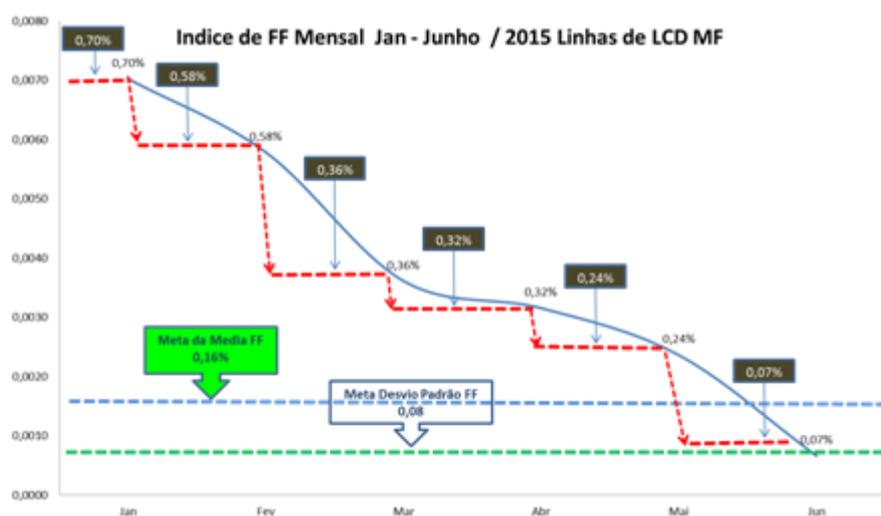


Figura 13: Resultado esperado da segunda medição
Fonte: Autor, 2016

O controle estatístico de processo (CEP) é uma ferramenta da estatística que consiste no envolvimento de coleta de dados, ordenação e a análise dos dados, ou seja, sua interpretação para o monitoramento de um processo durante seu ciclo produtivo. A técnica permite a redução das variações do processo onde é aplicada onde impacta diretamente nas características da qualidade do produto ou processo, aumentando a confiabilidade do processo e por consequência sua produtividade.

O CEP consiste no processo sistemático de inspeção que é utilizado ao longo do processo com o foco na identificação e nas variações estranhas ao processo, causas especiais onde geralmente são prejudiciais ao processo. Estas causas se não verificadas e tomadas ações



para que não ocorram novamente podem impactar diretamente no resultado final, na qualidade do produto e na produtividade. O controle estatístico do processo possibilita uma foto do cenário atual de todo o sistema produtivo identificando suas alterações que não estão previstas, porém é necessária a coleta e monitoramento contínuo dos dados. O sistema possibilita a visualização do processo como um todo e auxilia na tomada de decisão, identifica os pontos onde merecem atenção e a tendência do processo se o mesmo apresenta uma tendência ao descontrole ou tenha oportunidades de melhorias. Com o monitoramento deste sistema produtivo ou processo é mais fácil garantir um processo estável, previsível e com o total controle de sua capacidade definidas para o acompanhamento da evolução. Segundo Deming, 1971: "Qualidade pode ser a tarefa de qualquer um em uma empresa, mas ninguém pode tomar parte eficientemente em um programa para a qualidade sem regras para ações, que não sejam baseadas na aplicação de técnicas estatísticas". A ferramenta possibilita estabelecer limites para o processo estudado assim facilitando a visualização de qualquer alteração no sistema em gerando um tempo hábil para a correção do sistema. Com base na implementação da ferramenta somos capazes de reduzir defeitos, refugos, reduzir o retrabalho por consequência redução do custo de fabricação do produto, aumento da capacidade produtiva e redução do custo com a má qualidade.

O processo que utiliza cartas de controle deve ser colocado em funcionamento para serem coletados os dados para ser observado o comportamento dos dados e para se determinar a característica do estudo, os dados podem ser representados por: Medições de consumo de um produto de limpeza, peso de um determinado produto, dimensões de uma peça usinada, peso de um produto entre outros.

Aplicabilidade

A coleta deverá ser realizada com uma determinada frequência que permita um tamanho de amostra de acordo com a característica de cada processo estudado, por exemplo: todo dia em um determinado horário, ou hora a hora de um processo etc. Após a obtenção dos dados calculamos a média das amostras coletadas, o desvio padrão e assim podemos também calcular os limites do processo estudado, tanto superior como inferior de controle. Com base nestas definições é possível verificar as variações do processo. Os limites são definidos apenas uma vez e depois apenas inserindo os novos dados com a frequência estabelecida para a coleta com o objetivo de verificar se não haverá causa estranha ao processo e algum ponto



que está fora dos limites de especificações, se houver vários pontos fora os limites pré-estabelecidos isso significa que o processo estudado está fora de controle. O processo que apresenta apenas variações aceitáveis dentro dos limites estabelecidos significa que o processo estudado está sob controle, caso contrario estará fora de controle. De uma maneira geral é normal que no início dos processos tenha maior variação, mas são causas especiais que merecem atenção quanto a oportunidades de melhorias.

Após o monitoramento e a eliminação de todas as variações significativas que ultrapassasse os limites estabelecidos o processo é considerado que está sob controle estatístico. A aplicação correta da ferramenta apresenta vantagens dentro de uma organização que pretende ter seu processo estável como:

- ✓ Permite que o monitoramento do processo seja executado pelos próprios operadores,
- ✓ Fornece uma distinção clara entre causas normais ao processo e causas especiais, servindo de guia para ações estratégicas para prevenção de falhas;
- ✓ Fornece uma linguagem comum para discutir o desempenho do processo, possibilitando a alocação ótima dos investimentos em melhoria da qualidade.
- ✓ Auxilia o processo a atingir alta qualidade, baixo custo unitário, consistência e previsibilidade.

Espera-se com a utilização desta ferramenta manter o processo sob controle através do monitoramento, após a implementação das melhorias com a utilização da metodologia DMAIC, para redução do índice de falsas falhas o que fica demonstrado na figura 14.

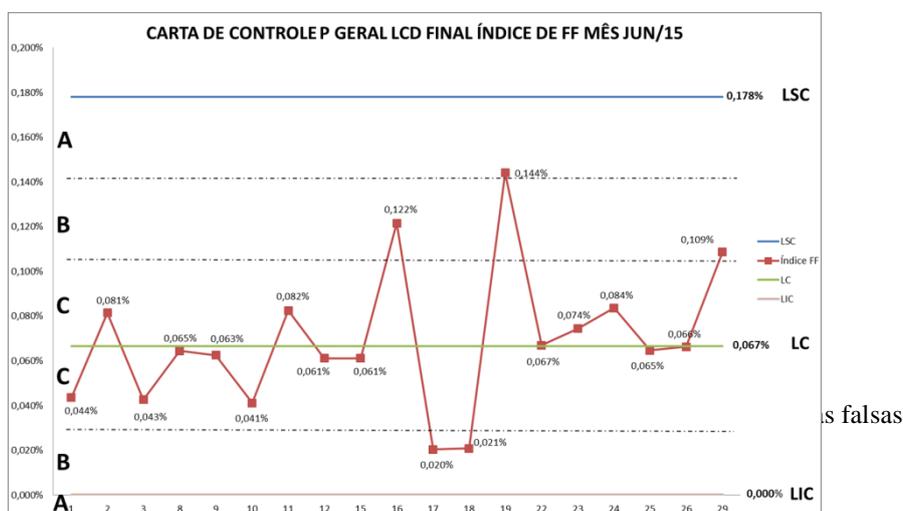




Figura 14: Carta de controle
Fonte: Autor, 2016

4.4 Cronograma de atividades

Como demonstrado no cronograma da figura 23, o projeto será dividido em cinco fases seguindo as etapas e abordagem do DMAIC, na primeira etapa do projeto, com previsão para a primeira semana de janeiro de 2015 apresentaremos a fase de definição do projeto onde serão apresentados aos demais membros da equipe os objetivos e ganhos previstos com o projeto, nos meses de fevereiro a abril serão realizadas atividades com foco na identificação dos ofensores ao problema utilizando-se de ferramentas explanadas da metodologia DMAIC. Iniciará em abril o a elaboração do plano de ação que será executado nos meses de maio a agosto. O projeto está na sua fase final na primeira semana de agosto onde estará na fase de controle após a fase de implementação das melhorias. Esta fase consistirá no monitoramento do processo para garantir as melhorias desenvolvidas e sua aplicação na empresa estudada.

PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO		Meses								RESPONSÁVEL /
DESCRIÇÃO DAS TAREFAS		1	2	3	4	5	6	7	8	PRAZO
1	Apresentacao do projeto e definição de metas para time.	x								David
2	Identificacao dos maiores ofensores das falhas falsas		x	x	x					Iracildo
3	Definição de plano de acao para eliminacao das falhas				x	x				Iracildo
4	Implementacao do plano de ação					x	x	x	x	Iracildo
5	Medição dos resultados do plano								x	Iracildo

Figura 15: Cronograma do projeto
Fonte: Autor, 2016

A ferramenta possibilita estabelecer limites para o processo estudado facilitando assim a visualização de qualquer alteração no sistema em gerando um tempo hábil para a correção do sistema. Com base na implementação da ferramenta somos capazes de reduzir defeitos, refugos, reduzir o retrabalho por consequência redução do custo de fabricação do produto, aumento da capacidade produtiva e redução do custo com a má qualidade.

O processo que utiliza cartas de controle deve ser colocado em funcionamento para serem coletados os dados para ser observado o comportamento dos dados e para se determinar



a característica do estudo, os dados podem ser representados por: Medições de consumo de um produto de limpeza, peso de um determinado produto, dimensões de uma peça usinada, peso de um produto entre outros.

4.6 Economia do projeto

O trabalho pretendeu utilizar todas as ferramentas expostas no seu desenvolvimento seguindo as abordagens da metodologia *Lean Six sigma* e as etapas do sub método DMAIC, esperamos os seguintes resultados com a utilização de cada ferramenta como:

Fluxograma e SIPOC – Esperamos realizar o mapeamento de todo o processo atual na identificação de falhas no processo de fabricação do televisor.

Diagrama de Pareto – Espera-se que através desta ferramenta possamos priorizar as causas do problema estudado. Diagrama de Ishikawa – Espera-se desta ferramenta identificar as possíveis causas que impactam o problema, quais variáveis tem um maior efeito no problema.

MSA – Espera-se com a utilização desta ferramenta a possibilidade de validar os dados medidos, antes e após as melhorias com o objetivo de confirmar o sistema de medição utilizado. Carta de controle – Espera-se após a implementação das ações de melhoria a possibilidade da utilização de uma carta de controle no qual possamos monitorar o processo e garantir a estabilidade da quantidade de defeitos falsos.

A partir da utilização de todas estas ferramentas esperamos comprovar que o processo está controlado e com os seus resultados no qual estima-se uma redução mínima de 75% na média do indicador de falsas falhas. Com a aplicação destas ferramentas e a metodologia Lean Six Sigma o projeto visa atender a voz do cliente neste caso a alta diretoria que demandou a otimização dos processos para possibilitar a empresa participar de uma fatia maior do mercado com o aumento de sua competitividade perante aos seus concorrentes. No gráfico demonstrado na figura 15 está representado o possível resultado a ser alcançado pelo projeto com a redução do índice de falsa falha e, conseqüente ganho de produtividade, assim como, seus ganhos monetários realizados na figura 16.

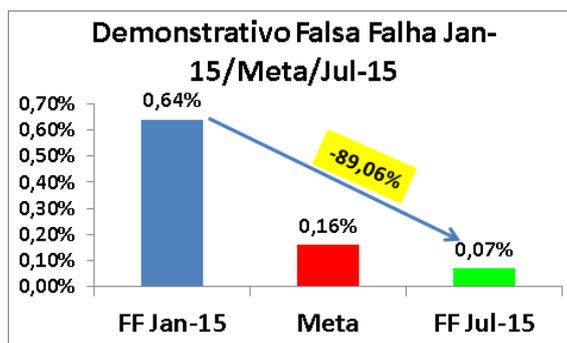


Figura 15: Representação da evolução do indicador do índice de falhas falsas
Fonte: Autor, 2016

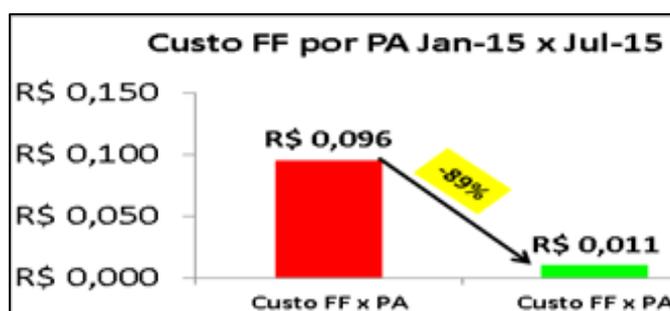


Figura 16: Representação dos ganhos com o projeto
Fonte: Autor, 2016

Com base na possível redução do indicador de aproximadamente 90% (além da meta inicial especificada de redução de 75%) também esperamos contribuir com a redução do custo geral de fabricação para assim permitir o repasse da economia financeira ao consumidor final como a meta estipulada anteriormente de melhoria dos processos, estabilidade, processos enxutos e ganhos econômicos para a organização.

5. Conclusões

Inicialmente destaca-se a proposta de utilização da metodologia *Lean Six Sigma*, com uso das fases e abordagens do sub método DMAIC presente neste projeto, que irão permitir utilizar um sistema de medição para identificar o comportamento do processo atual, estabelecer parâmetros/limites de controle para o novo processo, e com base nestes dados possibilitar a implementação de uma carta de controle para monitorar o consumo do produto de limpeza utilizado na empresa estudada, após as melhorias sugeridas neste projeto.

O projeto irá propor analisar as etapas envolvidas no processo de fabricação de um televisor em seu processo de montagem final. Adotando as ferramentas para mapear o



processo identificando as entradas, processos e suas saídas com base na ferramenta fluxograma e SIPOC; Diagrama de Pareto para priorizar as maiores causas; gráfico de distribuição normal para verificar o comportamento dos dados; diagrama de Ishikawa para identificar as possíveis causas que impactam o problema; MSA para validar o sistema de medição; Implementação das melhorias com base nas informações obtidas

Com a aplicação de uma carta de controle para monitorar o processo pretende-se garantir as melhorias implementadas. A partir destas espera-se um aumento médio de produtividade global, esperamos também que haja a redução proporcional na despesa com o custo do produto, assim contribuindo também para a meta geral da empresa de redução de custo do produto acabado.

REFERÊNCIAS

HARRY, M. J.; SCHROEDER, R. **Six Sigma: a breakthrough strategy for profitability**. New York: Quality Progress, 1998.

ROTONDARO, R. **Seis sigma: Estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**. 1. Ed. São Paulo: Atlas 2014.

SCOBAR, Jefferson. **DMAIC**. Disponível em: <http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/dmaic.html>. Acesso em maio de 2010.

VARGAS, Rodrigo; **Six Sigma: Para alcançar novos e melhores patamares de qualidade e desempenho!** Disponível em: <http://gestaoindustrial.com/index.php/industrial/qualidade/six-sigma>. Acesso em Dezembro 2015.