

# Seis Sigma – Qualidade com lucratividade

Luís Fernando Nuss  
de Souza

Fábio Marcos de  
Elias

Nara Vieira Vetter

Renato Moraes dos  
Santos

Thiago Teixeira dos  
Santos

Associação Educacional Dom Bosco - AEDB

## RESUMO

*Há pelo menos vinte anos vem ocorrendo uma verdadeira revolução na forma das empresas conduzirem seu negócio ao redor do mundo. É a revolução da Qualidade. Todos aprendemos a conviver no dia-a-dia com termos como: Total Quality Management (TQM); Melhoria Contínua; Just in Time (JIT); Kaizen e tantos outros que fazem parte do sonho e do pesadelo de muitas empresas. Um fator-chave para o ganho de competitividade de uma empresa está diretamente ligado a essa revolução. As empresas precisam estar atentas à qualidade de seus produtos e serviços se quiserem sair à frente na corrida da concorrência do mercado atual. A metodologia 6 Sigma vai justamente ao encontro dessa urgência: traz melhorias de processo, ganhos de produtividade e principalmente, maior rentabilidade e redução de custos. Baseado neste contexto estruturamos este estudo em uma empresa automobilística situada na região sul-fluminense, que nos últimos anos sofreu um aumento significativo da qualidade dos seus produtos e processos produtivos com a “simples implementação” do programa de qualidade Seis Sigma.*

Palavras-Chave: DMAIC, Resultados e Lucro.

## 1. INTRODUÇÃO

Qualidade e produtividade, fatores chave para a competitividade, sempre foram preocupação dos setores produtivos, em maior ou menor escala em diferentes setores, em especial nos países com economia aberta. A qualidade passou por diferentes mudanças ao longo do tempo, sendo até hoje fator chave de sucesso para as empresas. Com o acirramento da competição, como consequência da economia globalizada, a questão da adequada abordagem no trato da qualidade passou a ser uma questão de sobrevivência no mundo empresarial.

O resultado ou consequência da boa qualidade de um produto ou processo pode ser analisada com o aumento no lucro, fidelidade dos clientes, redução de desperdícios e erros de processo, entre outros. O programa de melhoria 6 sigma age diretamente neste contexto, ajudando muitas empresas a reduzirem dramaticamente seus custos por falhas de processo, elevando significativamente a satisfação dos clientes e aumentando dessa forma seu lucro operacional.

Nos últimos anos muitas empresas têm investido grande parte de seus recursos na implementação do Seis Sigma em seus negócios, tendo como objetivo a melhoria de seus processos, produtos e serviços. Como consequência estas empresas alcançaram excelentes retornos financeiros que geralmente estão por volta de três até 11 vezes o valor investido para a implantação e manutenção do programa, ou seja, um retorno sobre o investimento médio de 1:7, além de terem conquistado uma melhoria de sua imagem perante seus clientes devido a melhor qualidade de seus produtos e serviços.

## 2. OBJETIVO

Visando a importância da qualidade em um mundo cada vez mais concorrido e com clientes cada vez mais exigentes, este trabalho tem por objetivo demonstrar a eficiência do programa de qualidade 6 sigma utilizando indicadores de desempenho no decorrer desse processo de melhorias desde a implementação do programa, onde o objetivo final é atingir uma performance dinamicamente ligada com o cliente. Para isso é necessário um comprometimento sustentado ao longo dessa trajetória. Durante o decorrer deste trabalho poderá se observar a evolução do nível sigma desta empresa automobilística ao longo dos anos.

## 3. EMBASAMENTO TEÓRICO

### 3.1. HISTÓRIA DO SEIS SIGMA

Em 1997, quando o presidente da GE, John Ewlich, anunciou o maior faturamento nos 105 anos de história da empresa e um lucro fenomenal, houve uma grande surpresa. Não pelos números, mas por creditar parte dos resultados ao programa de qualidade adotado dois anos antes, denominado de Seis Sigma.

A abordagem seis sigma foi desenvolvida pela Motorola, na década de oitenta, 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 tinha como principais objetivos o aprimoramento da confiabilidade do produto final e a redução de sucata. A origem do padrão Seis Sigma está num trabalho de benchmarking conduzido pela Motorola. Foram associados os dados internos de sua experiência de pedidos, pagamento de fatura e ordens de pagamento a outras estatísticas vinculadas ao dia-a-dia nos Estados Unidos, como a precisão de contas de restaurante, perda de bagagem aérea e prescrição de medicamentos. Também foram pesquisadas empresas conhecidas como tendo alta qualidade e níveis elevados de satisfação do cliente (conhecidas como “best-in-class”) e comparadas com empresas médias.

Os dados das empresas de desempenho médio foram desenhados num gráfico e o seu nível de falha associado a um nível Sigma. As empresas médias tinham taxas de falhas numa faixa de 3000 a 10000 por milhão de passos ou procedimentos, o que é equivalente a um nível Sigma de 3 a 4. Os resultados das melhores empresas, as tais “best-in-class”, foram próximos a 3,4 falhas por milhão, que é equivalente ao nível de 6 Sigma. A partir desta constatação, a Motorola estabeleceu como meta de qualidade a obtenção do Seis Sigma em 1993. Porém, a popularização do Seis Sigma deve-se à GE de Jack Welch, até então auto-proclamado cético em relação aos programas de qualidade, vistos por ele como uma boa desculpa para se gastar mais dinheiro. Welch descreve Seis Sigma como “a mais importante iniciativa que a GE já empreendeu”. Em 1995, sob sua orientação, cada operação da GE, desde cartão de crédito, turbinas para aviões, até a rede de TV NBC trabalharam para obter o desempenho Seis Sigma. Só em 1999, a GE economizou mais de US\$ 1,5 bilhão por causa do Programa.

Quando falamos em Seis Sigma, referimo-nos a redução na variação do resultado entregue aos clientes a uma taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição.

Os resultados financeiros são conseqüências dos resultados no processo pela abordagem Seis Sigma. Estima-se que a média das indústrias americanas operam em um nível de qualidade de 3 a 4 sigma, e que isso custa em torno de 10% a 15% de seu faturamento em desperdícios como inspeções, retrabalho, sucata, desgaste da imagem e perda de clientes. Ao trabalhar em Seis Sigma estes custos são eliminados.

Embora as ferramentas usadas não sejam novas, a abordagem Seis Sigma acrescenta considerável valor a elas, desenvolvendo um vocabulário de métricas e ferramentas uniformizado em toda a organização. Ao formalizar o uso de ferramentas estatísticas, evita-se empregá-las isolada e individualmente em um caminho desconectado, intensificando a necessidade de entender e reduzir

variações, em vez de somente estimá-las. Seis sigma exige que muitas coisas estejam quantificadas, mesmo sendo intangíveis, como a percepção do cliente. Dessa forma, salienta uma abordagem baseada em dados para o gerenciamento, e não apenas sentimentos ou intuição. A estimativa dos analistas de mercado americanos é de que, a curto prazo, as indústrias de transformação que não estiverem com um nível de qualidade Seis Sigma estarão sem capacidade competitiva. Trabalhar em Seis Sigma significa trabalhar em classe mundial. O impacto do sistema nas empresas continua se traduzindo em montanhas de dinheiro.

### 3.1.1. PRINCIPAIS CASOS DE SUCESSO DO SEIS SIGMA

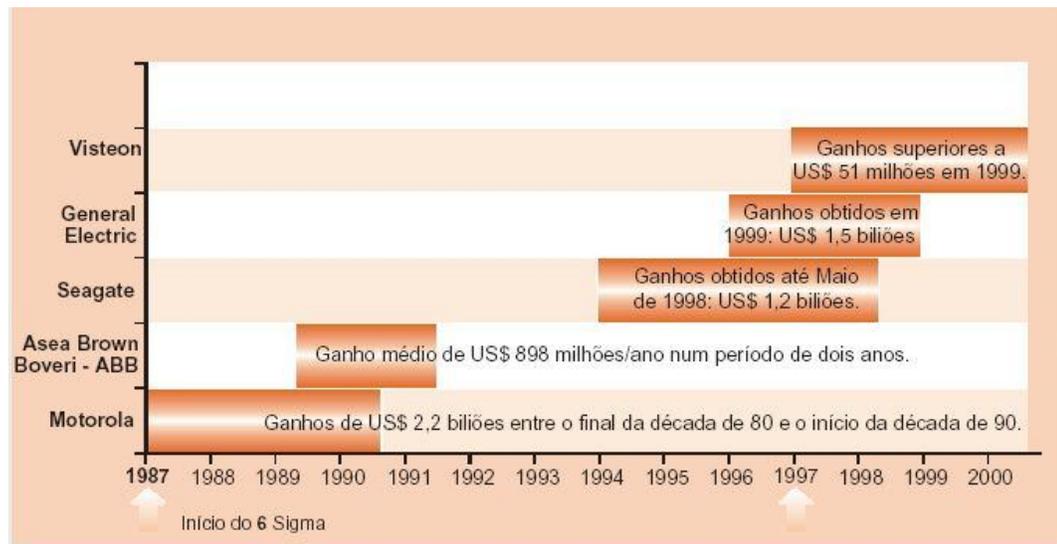


Figura 1. Resumo da história do Seis Sigma.

O Programa Seis Sigma é baseado em uma série de filosofias, ferramentas e técnicas que coordenadas adequadamente conseguem obter de forma rápida e eficiente uma série de benefícios para as corporações, como: aumento expressivo dos lucros, elevação da satisfação dos clientes, maior envolvimento da equipe e diminuição da variação dos processos. Essas são razões muito concretas que têm levado inúmeras empresas em todo o mundo a implementar o *Seis Sigma*. Vejamos algumas delas:

- A gigante Allied Signal, que tem um faturamento superior a US\$ 14 bilhões e estava há alguns anos à beira da falência, iniciou em 1994 a implementação do Seis Sigma e, de lá para cá, reduziu seus custos diretos em US\$ 2 bilhões e teve um crescimento, em 1998, de 12% e, no primeiro trimestre do ano passado, de 14,1%.
- presidente da General Electric, Jack Welch, descreve o Programa Seis Sigma como "a mais importante iniciativa que a GE já empreendeu". Só em 1999, a GE economizou mais de US\$ 1,5 bilhão por causa do Programa. Desde a implementação em 1995 até o ano de 2002, a GE conseguiu economizar aproximadamente US\$ 8 bilhões.
- Um único processo em uma única planta da Asea Brown Boveri (ABB), nos Estados Unidos, tem gerado uma economia de cerca de US\$ 770 mil por ano com a aplicação do *Seis Sigma*.

- Na Polaroid, a estratégia Seis Sigma tem sido utilizada para a companhia concentrar seu foco nos processos que afetam tanto a qualidade como suas margens de lucro, conseguindo com isso adicionar anualmente 6% à sua lucratividade.
- A Motorola estima que, em pouco mais de 10 anos, conseguiu economizar mais de US\$ 11 bilhões.
- Na Kodak Brasileira, houve uma redução de US\$ 15 milhões em 3 anos.

### 3.1.2. SEIS SIGMA NO BRASIL

Acredita-se que a maioria das empresas brasileiras opera num nível de qualidade próximo a três sigma. Isso representa um enorme custo, de 25 a 40 por cento de seu faturamento bruto. Só para fazer uma rápida comparação: no nível seis sigma, o custo da qualidade não chega a 1% das vendas. Quando a General Electric reduziu seu custo de 20% para menos de 10% - e aumentou seu nível total de qualidade de quatro para cinco sigma, sua receita líquida cresceu US\$ 1 bilhão em apenas 24 meses. Empresas que operam abaixo do nível três sigma geralmente não conseguem sobreviver. Na Kodak brasileira, houve uma redução de custos de US\$ 15 milhões, em três anos de implementação do processo. Os projetos Seis Sigma do Citibank na América Latina geraram no ano 2000, uma economia próxima a US\$ 40 milhões.

## 3.2. SEIS SIGMA

### 3.2.1. O QUE É ?

Seis Sigma é tecnicamente um dos elementos do processo do Gerenciamento pela Qualidade Total, TQM. O uso do Seis Sigma é uma forma muito mais quantitativa de medir os esforços de Qualidade e efetivamente comunicar o progresso para clientes, funcionários, fornecedores e acionistas. O modelo de aprimoramento consiste em 4 fases: medir, analisar, aprimorar e controlar, utilizando as ferramentas estatísticas em um ciclo único e dinâmico, permitindo a melhoria do processo em pontos que agregam valor.

Para algumas empresas, o custo para fornecer um produto de qualidade pode chegar a 40% de seu preço de venda. A TV que você compra por R\$ 600,00 pode custar ao fabricante R\$ 240,00 em retrabalhos, só para ele ter certeza de que você está levando para casa um produto de qualidade mediana.

A meta do *Seis Sigma* é chegar muito próximo de zero defeito, erro ou falha. Quanto maior o "nível sigma", menor será a possibilidade de defeitos em um processo, produto ou serviço. Os aviões têm um nível de qualidade superior a seis sigma, com menos de 1,5 falha por milhão de oportunidades. Entretanto, operações com bagagens de passageiros têm um nível entre 6.000 e 23.000 extravios por milhão, ou 3,5 a 4 sigma. Esse valor, aliás, é típico das operações de serviço como, por exemplo, o cálculo de contas em restaurantes, a efetivação de transações bancárias e o preenchimento de receitas médicas. Quando produtos e serviços são produzidos com nível seis sigma, pode-se ter 99,99966 por cento de certeza de que eles não falharão, o que certamente se refletirá no resultado financeiro da organização. A tabela a seguir mostra os principais benefícios em se alcançar "níveis sigma" mais altos.

Nível da qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Factor Percentual	Custo de qualidade
2 sigma	308.537	69,15	Não se aplica
3 sigma	66.807	93,32	25 a 40%
4 sigma	6.210	99,3790	15 a 25%
5 sigma	233	99,97670	5 a 15%
6 sigma	3,4	99,999660	< 1%

Figura 2. Tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira.

A estimativa dos analistas de mercado norte americanos é de que, em quatro anos, as indústrias de transformação que não estiverem com um nível de qualidade Seis sigma estarão sem capacidade competitiva.

### 3.2.2. O QUE DETERMINA O SUCESSO DO SEIS SIGMA ?

Apesar deste histórico de sucesso visto acima, existem outros exemplos de empresas que ainda estão com dificuldade de alcançar estes mesmos retornos tão significativos, sendo que muitas vezes estas desistem de continuar seguindo este caminho que antes se mostrava tão promissor. Analisando resultados tão distintos é natural que façamos a pergunta: O que determina o sucesso de uma empresa ao implementar os Seis Sigmas? É consenso entre os especialistas da área que não existe apenas um, mas vários fatores que podem definir o sucesso ou o fracasso quando trabalhamos com Seis Sigma, sendo alguns destes: cultura da empresa, conhecimento e comprometimento da alta administração sobre programa, seleção das pessoas certas para treinamento, entre outras. Abaixo estão listados os motivos pelo qual estes fatores podem definir o fracasso ou o sucesso da organização que se propõe implementar esta ferramenta.

#### 3.2.2.1. COMPROMETIMENTO DA ALTA ADMINISTRAÇÃO

O comprometimento da alta administração é sem dúvida um dos principais fatores que determinam o sucesso da organização, pois a implementação do Seis Sigma exige uma mudança de postura de todos os membros da organização, sendo assim, é natural que as pessoas tenham receio das mudanças que são causadas quando o Seis Sigma é adotado e que criem uma resistência que pode ser difícil de ser vencida sem o apoio da liderança da organização. Também é necessário considerar que os primeiros frutos com projetos Seis Sigma deverão ser colhidos aproximadamente seis meses após a finalização dos primeiros treinamentos, como consequência, caso não haja uma diretriz muito clara da alta administração, é possível que os Belts tenham seu foco deslocado dos projetos e desloquem seus esforços para o gerenciamento de sua rotina diária. Isto reduzirá significativamente a possibilidade de sucesso das primeiras iniciativas do programa motivando descrédito na empresa por parte de seus colaboradores.

#### 3.2.2.2. ALINHAMENTO DOS PROJETOS

A implantação do Seis Sigma não pode ser considerada como um objetivo, mas sim como um meio para que as metas da organização sejam alcançadas. Sendo assim, é muito importante que todos os projetos executados tenham resultados significativos e estejam ligados diretamente com os objetivos da organização. Este é um cuidado que precisa ser tomado, pois no início do programa várias oportunidades são levantadas e existe uma tendência natural de que muitos projetos sejam iniciados sem que haja o cuidado necessário na definição dos mesmos. Neste momento é necessário considerar que

mais importante que o número de projetos iniciados é o quanto cada um deste pode contribuir para organização.

### **3.2.2.3. CULTURA DA ORGANIZAÇÃO**

O Seis Sigma é uma metodologia aplicável aos mais variados tipos de negócio, porém a cultura da empresa pode definir claramente quão fácil será a implantação do sistema. É fato que empresas que no passado tiveram a implantação bem-sucedida de programas de qualidade (TQM, ISO 9000, TPM, 5S) tem maior probabilidade de alcançar resultados financeiros mais significativos, isto não é uma regra, porém é facilmente notado pelos especialistas no assunto. Isto se deve ao fato que empresas que outrora implantaram algum tipo de iniciativa de qualidade já possuem em sua cultura a motivação para trabalhar em equipe, para reduzir perdas e já existe um histórico de dados do processo minimamente confiável para análise do problema e tomada de decisão. Isto faz com que as mudanças no ambiente organizacional sejam menores diminuindo a resistência das pessoas e promovendo resultados com maior rapidez.

### **3.2.2.4. ADEQUAR OS INVESTIMENTOS INICIAIS ÀS EXPECTATIVAS DA EMPRESA**

É normal que sejam necessários altos investimentos quando a empresa iniciar a implantação do Seis Sigma, pois no início é fundamental ter o suporte de consultorias especializadas no assunto e preparar o pessoal interno por meio de treinamentos que demandam várias horas de disponibilidade de pessoal técnico e que via de regra são muito importante para o dia-a-dia da organização. Hoje existem várias consultorias que podem auxiliá-lo neste assunto, porém é essencial que as decisões estratégicas de implantação sejam bem avaliadas e bem definidas pela empresa que está implantando o sistema, isto irá definir o custo inicial do programa e qual o tempo necessário para que o retorno do investimento (payback).

Muitas vezes iniciar o programa com o investimento de muitos recursos com a intenção de mobilizar as pessoas por meio do treinamento pode provocar um adiamento no retorno do investimento e provocar frustrações que irão abalar por um bom tempo a confiança da organização no sistema. No entanto, quando o programa é iniciado de forma modesta selecionando as pessoas certas para os primeiros cursos de nível mais básico como Green Belt, os erros na seleção de pessoas que participaram ativamente do programa como belts é menor evitando perda financeira e conseqüentemente evitando transtornos futuros. É importante dizer que cada empresa possui sua dinâmica, porém é importante tratar este assunto com muito cuidado para evitar decepções causadas não devido à falha na metodologia, mas sim por um planejamento inicial inadequado.

### **3.2.2.5. INCENTIVO DOS FUNCIONÁRIOS**

É importante que as pessoas sejam informadas de forma clara e objetiva sobre quais são as motivações que estão levando sua empresa a entrar nesta jornada, ou seja, os funcionários precisam estar conscientes sobre qual é a razão que cada um deles deverá disponibilizar parte do seu tempo para executar projetos Seis Sigma e assim mudar de forma substancial sua forma de pensar e agir em seu ambiente de trabalho.

Também é necessário que um plano de recompensa e reconhecimento seja definido, no qual a recompensa que é normalmente em dinheiro deverá ser atrelada ao resultado financeiro do projeto e sobre quanto o projeto se adequou às diversas fazes exigidas na metodologia. Isto fará com que aos poucos as pessoas mudem sua forma de pensar e cada vez mais suas atividades nos projetos estejam adequadas ao formato Seis Sigma. Já o reconhecimento normalmente é dado pela exposição dos membros do projeto para a alta administração da empresa, pois a cada projeto finalizado os membros da equipe iram demonstrar para a liderança da organização qual a sua parcela de importância no resultado alcançado pela empresa.

### 3.2.3. O MODELO DMAIC

A aplicação da metodologia Seis Sigma pode ser dividida em cinco fases ( D-M-A-I-C ):

#### 3.2.3.1. D – *DEFINE* (DEFINIR):

Nesta fase deve ser identificado qual processo (Y) do negócio será melhorado para atender a uma Característica Crítica para o Cliente (CTQ) aumentando a sua satisfação. Uma vez identificado o processo a ser melhorado diz-se que está identificado um “Projeto Seis Sigma”. Deve ser verificada a viabilidade econômica do “projeto” e fazer uma previsão dos benefícios (financeiros inclusive) que podem ser alcançados.

Esta fase costuma ser simples de se aplicar na manufatura, onde os processos que geram produtos defeituosos e que, portanto, devem ser melhorados estão bastante claros (por exemplo: diminuir erros de montagem de uma peça, diminuir reparos e retrabalhos, diminuir o ciclo de tempo para executar uma tarefa, etc.).

Já nos casos das áreas comerciais muitas vezes não é fácil identificar quais processos têm impacto sobre a satisfação do cliente (além disso as pessoas não têm o costume de enxergar suas atividades como um “processo”). Exemplos de processos que geram impacto sobre a satisfação dos clientes nas áreas comerciais são: diminuir número de erros na emissão de ordens de compras ou na emissão de notas fiscais, diminuir o tempo para importar um produto, diminuir o tempo para atender a uma chamada de um cliente, diminuir o tempo para entregar um item solicitado por um cliente, etc.

As ferramentas mais utilizadas nesta fase são: Técnicas de pesquisa com clientes, “Benchmarking”, Análise custo-benefício, QFD, Mapa do Processo (Macro), Pareto, etc.

#### 3.2.3.2. M – *MEASURE* (MEDIR):

Nesta fase deve-se fazer um levantamento geral de todas as entradas do processo (X's) e como se relacionam com os CTQ's (características críticas para a qualidade) do cliente. O processo deve ser mapeado. Deve-se medir a habilidade do processo em produzir itens não defeituosos. Em outras palavras, mede-se a capacidade do processo, expressa por seu valor  $\sigma$  (sigma).

Nesta fase as principais ferramentas utilizadas são: Mapa do processo (detalhado), Espinha de peixe ou Diagrama de Ishikawa, Matriz de Causa & Efeito, Análise do sistema de medição e Cálculo da capacidade, assim com estatística básica.

#### 3.2.3.3. A – *ANALYZE* (ANALISAR):

Nesta fase deve-se procurar pelas fontes de variação (X's) que aumentam a variabilidade do processo e que são responsáveis pela geração de defeitos.

As principais ferramentas utilizadas são: Estatística básica, Análise gráfica dos dados, Teste de hipótese, Teste de qui-quadrado, Análise de Regressão e FMEA.

#### 3.2.3.4. I – *IMPROVE* (MELHORAR):

Nesta fase toma-se ação sobre o processo para melhorá-lo com base nas fontes de variação (X's) identificadas na fase de Análise (A). Ao final desta fase deve-se calcular a nova capacidade sigma do processo ( $\sigma$ ) para comprovar que houve uma melhoria significativa.

As principais ferramentas utilizadas são: FMEA, Delineamento de experimentos, EVOP, Análise de Regressão.

#### 3.2.3.5. C – *CONTROL* (CONTROLAR):

Nesta última etapa deve-se empregar métodos para monitorar as fontes de variação (X's) identificadas para manter a capacidade melhorada adquirida. Deve-se passar a responsabilidade pelo monitoramento do processo para os donos do processo. Uma confirmação dos benefícios alcançados deve ser feita.

As principais ferramentas utilizadas são as cartas de controle, Dispositivos à prova de erros (Poka-yoke), Planos de controle, Procedimentos, etc.

### **3.2.4. ESTRUTURA SEIS SIGMA**

A grande maioria dos benefícios do Seis Sigma reside exatamente na sua metodologia de implementação e no uso correto e "sábio" das ferramentas e técnicas estatísticas que devem ser utilizadas. Simplificações na aplicação da metodologia, como a redução do número de pessoas treinadas e envolvidas no processo, podem acarretar resultados decepcionantes, muito aquém do desempenho que o Seis Sigma pode efetivamente propiciar. Todo negócio que aplica a metodologia Seis Sigma possui dentro da organização alguns elementos básicos:

#### **3.2.4.1. LÍDER**

Normalmente a mais alta posição dentro de um negócio. Deve ser o maior entusiasta da iniciativa Seis Sigma e o primeiro a exigir sua aplicação por "todas" as pessoas da companhia. Dele deve partir a iniciativa da implementação do Seis Sigma no negócio, do contrário as chances de fracasso são altas.

Ao longo do período de implementação do Seis Sigma deve fazer análises críticas periódicas para avaliar a eficácia da metodologia.

#### **3.2.4.2. CHAMPIONS (FRENTE GERENCIAL)**

Os *Champions* devem ser capazes de pavimentar o caminho para as mudanças necessárias e para a integração de resultados. São os *Champions* que definem as pessoas (ou a pessoa, dependendo do porte da organização) que irão disseminar os conhecimentos sobre o Seis Sigma por toda a empresa, e irão coordenar uma determinada quantidade de projetos.

#### **3.2.4.3. "MASTER BLACK-BELT" (FRENTE TÉCNICA)**

É um profundo conhecedor da metodologia e das ferramentas Seis Sigma. Normalmente é o responsável pelo treinamento dos Green-Belts na metodologia Seis Sigma. Atua como um "gerente de projetos Seis Sigma". Deve cuidar para que os projetos seja terminados com sucesso em um período de 4 a 6 meses. Juntamente com os patrocinadores responde para o Líder do Negócio pelo implementação do Seis Sigma.

#### **3.2.4.4. "BLACK-BELT"**

Assim como o Green-Belt é uma pessoa treinada na metodologia e ferramentas Seis Sigma. Diferente do Green-Belt, o Black-Belt dedica 100% do seu tempo ao desenvolvimento de projetos Seis Sigma. os *Black Belts* conduzem nas empresas de 4 a 6 projetos por ano que podem gerar melhorias de US\$ 75 mil a US\$ 175 mil por projeto, em termos de redução de custos, melhoria dos tempos de ciclo do produto ou serviço, eliminação de defeitos e incremento significativo da satisfação do cliente.

#### **3.2.4.5. "GREEN-BELT"**

Pessoa treinada dentro da metodologia Seis Sigma e que é o líder da equipe durante a implementação de um projeto. Normalmente deve pertencer à área que é a maior beneficiada pelo projeto. A partir do momento que se inicia um projeto, o Green-Belt deve dedicar de 20 a 30% do seu tempo para a conclusão do projeto.

#### **3.2.4.6. MEMBROS DA EQUIPE SEIS SIGMA**

Indivíduos conhecedores do processo para o qual se está desenvolvendo um projeto e que devem auxiliar o Green-Belt no desenvolvimento do projeto desde a coleta dos dados até a implementação das melhorias.

#### **3.2.4.7. PATROCINADOR**

Elemento fundamental em uma equipe Seis Sigma. Normalmente é o responsável pela área que é a maior beneficiada por um projeto. Não participa da equipe “100% do tempo”, mas deve fazer revisões periódicas ao final de cada etapa e deve providenciar os recursos (financeiros, tempo, ajuda de outros departamentos) necessários para os demais membros da equipe desenvolverem o projeto.

### 3.2.4.8. EQUIPE SEIS SIGMA

Existe durante o período de desenvolvimento do projeto e é constituída de 5 a 7 elementos que são conhecedores profundos do processo que se quer melhorar. Os membros de uma equipe podem ser fixos durante todo o projeto ou pode haver elementos que participam por períodos curtos apenas quando se faz necessária a sua presença.

A figura 3 mostra as características básicas dos principais "personagens" da estratégia Seis Sigma.

	<b>CHAMPIONS</b>	<b>BLACK BELTS</b>	<b>GREEN BELTS</b>
<b>QUALIFICAÇÕES</b>	Diretores e gerentes. Familiaridade com Estatística.	Formação superior. Sólidos conhecimentos de Estatística.	Experiência técnica e administrativa. Familiaridade com ferramentas estatísticas básicas.
<b>TREINAMENTO</b>	Três dias de treinamento (30 horas).	Quatro meses de treinamento (200 horas + projeto).	Dois meses de treinamento (100 horas + projeto).
<b>NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS TREINADOS</b>	Um <i>Champion</i> por área-chave da empresa.	Um <i>Master Black Belt</i> para cada 30 <i>Black Belts</i> (em grandes empresas).	Um <i>Green Belt</i> para cada 20 funcionários.

Figura 3. Principais personagens da estratégia Seis Sigma

### 3.2.5. TREINAMENTO SEIS SIGMA

É dado para os Green-Belts e Black-Belts e visa ensinar como utilizar as ferramentas da qualidade e a estatística para desenvolver projetos Seis Sigma. O Black-Belt e o Green-Belt para participarem de um treinamento devem ter definido ou pelo menos ter uma idéia do que vai ser o

projeto. O treinamento é dividido em várias fases onde ao final de cada fase há um espaço de tempo para que o participante aplique os conceitos aprendidos no desenvolvimento do projeto Seis Sigma.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1. IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA

No Seis Sigma, as pessoas que direcionam os esforços pertencem a duas frentes: Champions (frente gerencial) e Master Black Belts – MBB (frente técnica). A liderança de projetos é realizada através dos Black Belts e dos Green Belts. Os Black-Belts executam projetos mais abrangentes enquanto que os Green-Belts coordenam projetos mais focados com as respectivas áreas de atuação. A formação de Green-Belts tem ênfase maior em ferramentas técnicas de aplicação imediata. A certificação de Green-Belt exige da realização de dois cursos e da condução de dois projetos de melhoria de interesse para a empresa.

#### 4.1.1. MÓDULO 1

- Medição e Análise;
- Mapa guia para a condução de projetos Seis Sigma;
- Fluxograma de resolução de Problemas;
- Mapeamento de processos;
- Matriz Causa-Efeito;
- FMEA, QFD, DMAIC, DOE;
- Diagrama Causa-Efeito;
- Estudos multi-vari: comparação de médias e variâncias;

#### 4.1.2. MÓDULO 2

- Melhoria e Controle;
- Planejamentos, Cronogramas;
- Métodos para controle de processos: padronização de operações;
- Poka yoke;
- Manutenção preventiva;
- CEP, Pareto, Histograma, Brainstorming, Benchmarking;
- Implantação e divisão de tarefas;
- Determinação de planos de ação para causas especiais.

## 4.2. TRAJETÓRIA DA IMPLEMENTAÇÃO SEIS SIGMA

### Como ter sucesso nos esforços estratégicos do Seis Sigma?

*Como fazer com que o esforço gasto na implementação do Seis Sigma não se perca após um a três anos? Há muitas empresas que iniciam o Seis Sigma na produção ou em certos “nichos” da empresa e após 1 ou 2 ou 3 anos, os projetos interessantes diminuem e o programa perde sustentação.*

A questão crítica é sobre quais são as variáveis chaves que maximizam o retorno dos investimentos (ROI) dos projetos Seis Sigma. O levantamento dos autores baseia-se em um benchmark realizado com algumas empresas líderes do Seis Sigma no mercado (tais como GE, Honeywell e Dow).

Na Figura 4 ilustram-se possíveis trajetórias na implementação do Seis Sigma.

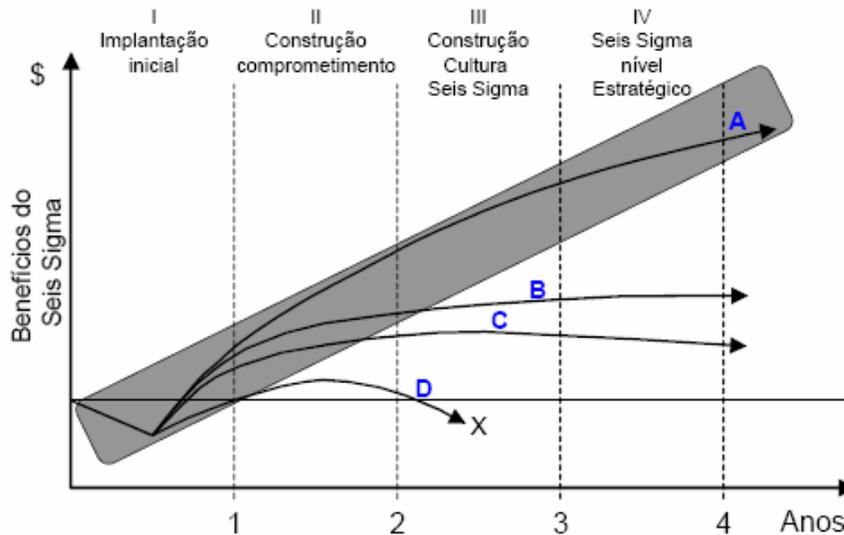


Figura 4. Trajetórias de Implementação do Seis Sigma

No começo das iniciativas Seis Sigma, há um período muito crítico no qual um líder visionário decide investir numa estratégia de melhoria contínua usando o Seis Sigma. Esta energia e comprometimento iniciais resultam em iniciativas que podem seguir uma de várias possíveis trajetórias nos anos subsequentes.

A curva de implementação **D**, aparece quando são empreendidos esforços localizados (mais do que na empresa toda). Os projetos são iniciados por um líder de negócio visionário de somente uma unidade de negócio, quem tenta demonstrar que os métodos Seis Sigma funcionam. Enquanto os projetos podem ter sucesso e gerar benefícios financeiros substanciais para a organização, muito freqüentemente são realizados em número reduzido de forma que não geram a atenção necessária para garantir a implementação de forma global. Ao mesmo tempo, não se constrói a infra-estrutura necessária (canais de comunicação, treinamento, incentivos, coalizão forte de patrocinadores e champions) para manter um esforço de longo prazo. Como resultado, os Black Belts freqüentemente são de tempo parcial, o qual resulta em resultados não otimizados. Além disso, como há poucos projetos sendo executados, e como há somente uns poucos líderes de negócio comprometidos (as vezes somente um), não se desenvolve uma massa crítica de líderes comprometidos. O pior caso acontece quando os líderes externos ao processo não apóiam a iniciativa, e em alguns casos esperam pacientemente pela sua morte.

A curva de implementação **C**, atinge resultados de mais longo prazo. Ela é caracterizada por esforços significantes de implementação através da empresa, ou pelo menos dentro de uma unidade de negócio. Um grupo de Black Belts de tempo completo (em torno de 1% dos funcionários) é tipicamente envolvida. A curva C foca na solução de questões operacionais complicadas e na redução de custos ou na melhoria da qualidade. Esta implementação, embora apoiada por um grupo grande de executivos comprometidos e uma infra-estrutura significativa, consegue retornos que diminuem com o tempo. Isto acontece porque trata de projetos focados internamente que não dão preferência aos clientes e aos requerimentos do mercado.

A curva de implementação **B**, foca no atendimento dos requerimentos do cliente ou mercado. Também estão relacionadas com redução de custos, eficiência do modelo de negócios corrente da empresa, e/ou dos processos que o compõem. Tipicamente, as pessoas que conduzem os esforços possuem um foco de fora para dentro (cliente/ mercado), não uma orientação de dentro para fora. Os Campeões da curva B entendem que para manter o modelo de negócios viável, a empresa deve estar em contato com as tendências e requerimentos do mercado. Além disso, as empresas que coordenam os

projetos da curva B, reconhecem que para ter sucesso no longo prazo, eles devem compreender a natureza das necessidades de seus clientes e a natureza dos negócios dos clientes. Eles se preocupam com toda a cadeia de valores, reconhecendo que os clientes que têm sucesso são de maior valor no longo prazo. As companhias nesta categoria também convidam a seus fornecedores para integrar a comunidade Seis Sigma e realizar desenvolvimentos de maior abrangência. Eles fazem projetos Seis Sigma com e para fornecedores e clientes para reter e melhorar o valor de longo prazo da base de clientes. Estas iniciativas goza de bastante apoio da liderança executiva.

O que se deve fazer para permanecer na curva de implementação A? Como se chega à Geração IV do Seis Sigma a nível estratégico? As empresas nesta trajetória, tiveram sucesso na melhoria do modelo atual de negócios e na criação de novos modelos. Elas usam o Seis Sigma para fazer crescer os negócios, para promover novas idéias, desenvolver novos produtos e serviços, promover novas aquisições ou para adquirir novos clientes. Como resultado, o foco nestas áreas gera lucros e crescimento do faturamento dos negócios. As empresas que permanecem na curva A incorporaram o pensamento Seis Sigma em seus processos de crescimento e renovação pela combinação dos conceitos de Desenvolvimento para o Seis Sigma (DFSS) na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e serviços, vendas e mercado e processos de aquisição. As empresas que estão na curva A, usam o gerenciamento de processos Seis Sigma como uma estratégia central para operar os negócios e para operacionalizar seus objetivos de negócio. Os líderes promovem ativa e consistentemente o Seis Sigma, como “a forma que executaremos nossos negócios”.

Como podemos visualizar nos parágrafos acima, o retorno máximo pelo Seis Sigma, requer da implementação cuidadosa da iniciativa e de um comprometimento de longo prazo dos líderes da organização. Somente desta forma será possível colher frutos em um longo período.

#### 4.3. DESENVOLVIMENTO NA MELHORIA DOS PROCESSOS

No decorrer do levantamento de dados para análise de problemas e causas a fim de se determinar uma solução, muitas são as tarefas e ferramentas utilizadas em cada fase da metodologia Seis Sigma (DMAIC). Como cada fase do DMAIC demanda de tempo e dedicação para solucionar cada problema encontrado, esse trabalho ficaria muito extenso com a demonstração do desenvolvimento na solução de alguns problemas e acabaríamos fugindo do objetivo principal do mesmo. Segue abaixo as tarefas e ferramentas mais utilizadas, a fim de demonstrar uma visão macro do desenvolvimento na melhoria dos processos:



Figura 5. Principais tarefas e ferramentas utilizadas no modelo DMAIC da empresa

#### 4.4. INDICADORES DE RESULTADO

Com o objetivo de facilitar a análise dos resultados desde a implementação feita no ano 2003 até o foco final que se encontra em meados de 2010 utilizou-se a tabela 1. A metodologia Seis Sigma utilizada na fábrica tem foco voltado diretamente para as mais variadas peças utilizadas na montagem e fabricação dos veículos. A fim de mostrar a evolução do nível Sigma da fábrica, a figura 6 mostra um gráfico com a média de defeitos das peças analisadas no decorrer dos anos desde a implementação do programa.

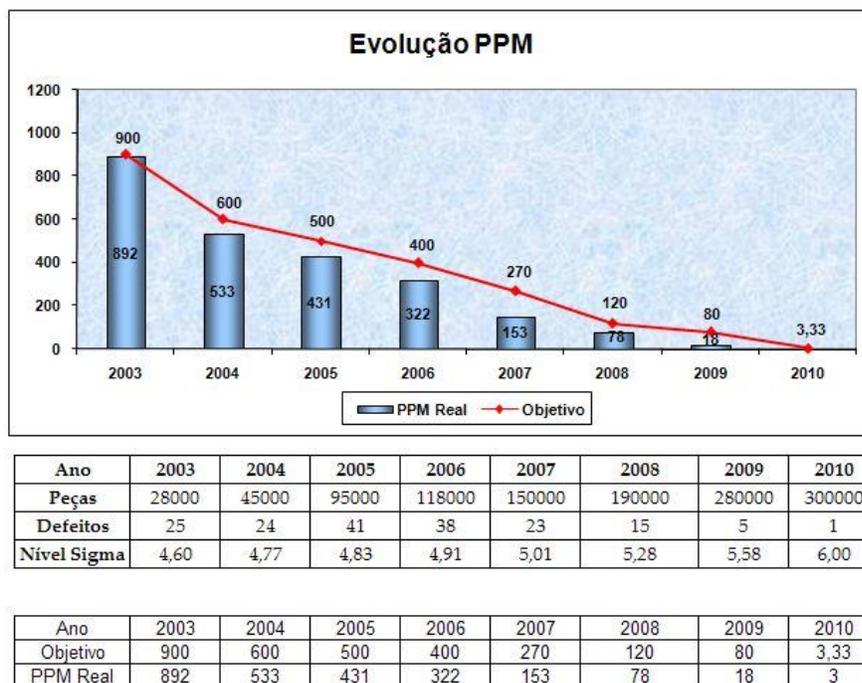


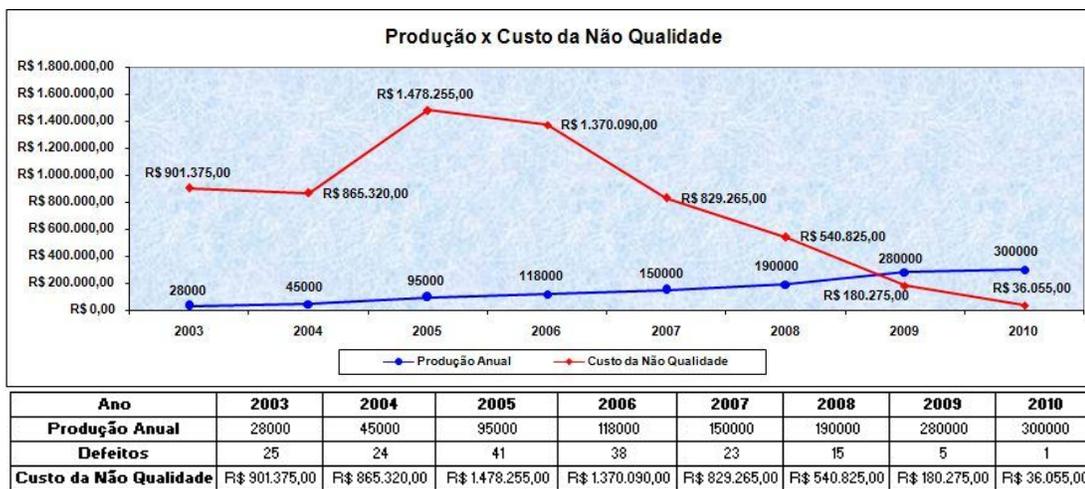
Figura 6. Evolução do PPM em relação ao Nível Sigma

No gráfico anterior podemos perceber a evolução do nível sigma da fábrica ao longo dos anos. No início (em 2003) o número de defeitos era muito alto, pois a fábrica não possuía experiência. Então várias ferramentas 6 sigma começaram a ser utilizadas e implantadas nas linhas de produção fazendo com que o número de defeitos diminuisse significativamente. As principais ferramentas utilizadas para alcançar essa evolução nos resultados foram: implantação de poka yokes, utilização do CEP, FMEA, as operações passaram a ser cada vez mais padronizadas e para cada defeito novo era criado um robusto plano de ação para evitar que esse defeito se repetisse no futuro. Hoje com a estabilidade dos indicadores, além de continuar utilizando as ferramentas acima descritas, estamos atuando também em potenciais defeitos que possam vir a ocorrer, atuando preventivamente para garantir que o nível 6 sigma seja atingido nos próximos três anos.

Como visto anteriormente, o nível Sigma reflete diretamente no resultado financeiro de uma empresa, podendo ter um efeito favorável ou não. Os gráficos a seguir mostram o reflexo dessa empresa automobilística localizada na região Sul-fluminense.



Figura 7. Custo da Não Qualidade



Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Produção Anual</b>	28000	45000	95000	118000	150000	190000	280000	300000
<b>Defeitos</b>	25	24	41	38	23	15	5	1
<b>Custo da Não Qualidade</b>	R\$ 901.375,00	R\$ 865.320,00	R\$ 1.478.255,00	R\$ 1.370.090,00	R\$ 829.265,00	R\$ 540.825,00	R\$ 180.275,00	R\$ 36.055,00

Figura 8. Produção X Custo da Não Qualidade

Descrição	Custos	
	Total	Custos Parciais
Produto novo	R\$ 6.000,00	R\$ 6000,00 por produto novo
Inspeção e controle do estoque	R\$ 10.000,00	R\$ 2,50 por produto (estoque médio de 4000)
Contenção no cliente	R\$ 20.000,00	R\$ 5,00 por produto (estoque médio de 4000)
Retrabalho	R\$ 35,00	R\$ 35,00 por produto
Logística	R\$ 15,00	R\$ 15,00 por produto
Custos gerais (energia, consumíveis, etc)	R\$ 5,00	R\$ 5,00 por produto
Mão de obra (garantia)	R\$ 800,00	R\$ 100,00 por hora (em média 8 horas)
	<b>R\$ 36.055,00</b>	

Figura 9. Custos

## 5. CONCLUSÃO

O estudo de caso desenvolvido nos mostrou a grande eficiência dessa ferramenta na redução de problemas nos produtos e nos processos de montagem refletindo dessa forma em fatores importantes como o retorno de investimento, redução de custos com qualidade, redução de tempo em retrabalhos, aumento do lucro e satisfação do cliente. É importante observar ainda que existe muitas ferramentas e metodologias tão eficientes quanto o Seis Sigma à disposição das empresas, porém, o sucesso dessas ferramentas não está somente na implementação delas, mas, na dedicação e colaboração de cada membro envolvido nesse grande projeto.

Sendo assim podemos dizer que apesar do Seis Sigma ser uma ferramenta comprovadamente eficaz para melhoria de processos, produtos e serviços e como consequência prover excelentes retornos financeiros, a simples implantação da metodologia não garante resultados satisfatórios. Porém a companhia poderá aumentar significativamente sua probabilidade de sucesso se avaliar de forma correta e tomar os cuidados necessários na implantação desta metodologia.

Devido a grande abrangência do tema é importante que ao decidir implantar o Seis Sigma em um negócio, seja efetuado um benchmarking com outras empresas que já passaram por este processo e também tenha auxílio de profissionais com experiência comprovada neste assunto. Isto fará com que os riscos iniciais de implantação sejam minimizados e com que os resultados sejam colhidos em um tempo menor.

## 6. REFERÊNCIAS

<[http://www.administradores.com.br/conteudo.jsp?pagina=cursos\\_corpo&id=19](http://www.administradores.com.br/conteudo.jsp?pagina=cursos_corpo&id=19)>. Acesso em: 15/08/07

<<http://www.inmetro.gov.br/infotec/artigos/docs/36.pdf>>. Acesso em: 14/08/07

<<http://www.pr.gov.br/batebyte/edicoes/1993/bb20/qualidade.htm>>. Acesso em: 14/08/07

<<http://www.youtube.com/watch?v=XHnFpC3oUAg>>. Acesso em: 14/08/07

<<http://www.minitabbrasil.com.br/novidades/artigos/artigo39.asp>>. Acesso em: 12/08/07

<<http://www2.uol.com.br/JC/sites/deloitte/artigos/a134.htm>>. Acesso em: 12/08/07

<<http://www.qsp.org.br/seissigma.shtml>>. Acesso em: 09/08/07

<<http://www2.uol.com.br/canalexecutivo/notas05/211120056.htm>>. Acesso em: 09/08/07

<<http://www.minitabbrasil.com.br/novidades/artigos/artigo39.asp>>. Acesso em: 09/08/07

<[http://www.qsp.org.br/visao\\_geral.shtml](http://www.qsp.org.br/visao_geral.shtml)>. Acesso em: 06/08/07

JURAN, J. M. GRYNA, F.M. Quality Control Handbook. 4 edição New York

American Society for Quality (Statistics Division), “Glossary and Tables for Statistical Quality Control”, Second Edition.

BRASSARD, MICHAEL.; RITTER, DIANE. “O Impulsionador da Memória II, “Primeira Edição”.