



## 20º Congresso de Iniciação Científica

### O SIX SIGMA APLICADO EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROCESSOS NAS EMPRESAS DE PIRACICABA E REGIÃO

#### Autor(es)

---

GUSTAVO LEME MIRANDA

#### Orientador(es)

---

ÍRIS BENTO DA SILVA

#### Apoio Financeiro

---

PIBIC/CNPq

#### 1. Introdução

---

Nos dias atuais devido à forte influência do processo da globalização as empresas buscam constantemente a melhoria da qualidade de seus produtos e processos para atender as necessidades de seus clientes e também para não serem deixadas para trás por seus concorrentes. Segundo Matos et al. (2003), muitas empresas estão em um processo de reestruturação gerencial, buscando a redução de custos com a má qualidade e um atendimento alinhado com as exigências do cliente. Para Roos (2009) para se obter o nível de qualidade esperado pelo cliente, a escolha correta do método de gestão da qualidade se faz necessário, neste caminho o Seis Sigma tem se mostrado uma metodologia eficaz e eficiente. Seis Sigma aplicado no desenvolvimento de projeto do produto e de processo, também conhecido como Design for Six Sigma (DFSS) ou "projetando para o Seis Sigma" também é uma metodologia utilizada. E mesmo que esta seja recebida, ainda faltam padrões claros que sirvam de referência para o modo de condução dessa aplicação (ROWLANDS, 2003; ABOELMAGED, 2010).). Para Rotondaro et al. (2002) o Seis Sigma é uma das metodologias de gestão que as empresas utilizam atualmente, com o intuito de manterem a competitividade de seus negócios, pois a ênfase das organizações que implementam o Seis Sigma é transformar suas decisões em ações concretas e dados mensuráveis, visando conseguir maior e melhor controle dos processos de produção ou serviços (PANDE et al., 2000). Segundo Pande et al., (2001), o Seis Sigma surgiu em 1987 com a empresa Motorola. O objetivo era tornar a empresa mais competitiva para enfrentar o mercado internacional. Os concorrentes estrangeiros, ou seja, os japoneses estavam fabricando produtos de melhor qualidade a um custo mais baixo. Uma das etapas mais importantes do programa Seis Sigma é a sua implementação, pois existem aspectos que são essenciais no processo de inserção do programa nas organizações. Entre os principais fatores que podem assegurar a eficácia do Seis Sigma destaca-se o comprometimento da gerência com o programa, em virtude da necessidade da alocação de recursos que sustentem sua manutenção (GOH; XIE, 2004). Para Blauth (2003) na implantação de métodos da qualidade grandes quantidades das estratégias são associadas, de forma análoga, ao ciclo PDCA (Planejar, Definir, Checar e Agir). As ferramentas utilizadas pelos líderes dos programas SS seguem um modelo simples de melhoria de desempenho conhecido como ciclo DMAIC onde cada letra possui um significado: Define(definir), Measure(medir), Improve(analisar), Control(controlar). O ciclo DMAIC utilizada pelo Seis Sigma associa um severo enfoque estatístico a ferramentas que são utilizadas tendo em vista a caracterização das fontes da variabilidade para demonstrar como este conhecimento pode controlar e aperfeiçoar os resultados do processo. (ANDRIETTA et al., 2002). Segundo Andrietta (2006) esse ciclo é composto por cinco fases e cada etapa do método significa uma ação: • Definir: é a definição clara e objetiva do projeto compreendendo as características críticas de qualidade dos clientes (CTQs) e os requisitos técnicos, tendo a organização habilidade em atender a as expectativas dos clientes, fato este que está ligado a variação de seus processos; • Medir: é a identificação das

medidas-chave da eficiência e da eficácia transportando tais medidas para o conceito do sigma;. • Analisar: é a determinação das causas dos problemas que precisam de melhorias; • Melhorar: é a soma das atividades relacionadas com a geração, seleção e implementação de soluções; • Controlar: é a ação de garantir que as melhorias se sustentem ao longo do tempo. Voltado para o desenvolvimento de processos produtivos e de serviços que queiram atingir o nível de qualidade Seis Sigma está o DFSS. Segundo Fioravanti (2005), o DFSS pode ser usado para processos que apresentam grande índices de defeitos, baixos níveis de desempenho Sigma onde a tendência é que mesmo com muitos esforços na tentativa de aplicar o programa Seis Sigma através da metodologia DMAIC o projeto não alcance resultados satisfatórios. O DFSS é muito mais que uma metodologia, ele representa também uma mudança de cultura na estruturação de projeto e desenvolvimento de produtos, passando de determinística para probabilística. Com isso as pessoas se tornam capacitadas para incorporar análises estatísticas dos modos de falha, tanto em produtos quanto em processos. Para Carvalho e Rechulski (2004), O DFSS é capaz de reduzir custos e melhorar a qualidade e principalmente adicionar valor ao produto através de inovações e do atendimento das reais necessidades dos clientes. É utilizada a metodologia DMADV (definição, medição, análise, projeto e verificação) que possui cinco fases bem definidas: • Definição: é identificado o que será projetado e os objetivos que devem ser alcançados. Utiliza-se o quadro de projeto para manter o time focado nas atividades e alinhado com as prioridades da organização; • Medição: entendimento das necessidades e expectativas dos clientes relativas ao produto que está sendo criado. Através disso, são definidas as características críticas para a qualidade (CTQs) do projeto que, se tornarão os requisitos gerais que o time de projeto deve alcançar nas próximas etapas do desenho do novo processo; • Análise escolher a melhor solução entre as possíveis alternativas de desenho. Utiliza-se a Matriz de Pugh (para a seleção do melhor conceito de design dentre as várias alternativas possíveis) e o benchmarking (para o desenvolvimento de conceitos de design); • Projeto (design): será desenvolvido o design de alto nível (descrição do conceito de produto/serviço escolhido, mapas do processo e arranjo das instalações) para todos os elementos apropriados, como: produto/serviço, processo, informação, instalações, equipamentos e materiais/suprimentos; • Verificação: testar e validar o projeto. A equipe irá monitorar o desempenho dos CTQs do produto ou serviço através das cartas de controle.

## 2. Objetivos

---

O objetivo desta pesquisa é demonstrar a aplicação do Seis Sigma em desenvolvimento de produto, identificando suas vantagens em casos reais nos segmentos industriais de Piracicaba e região. Consequentemente avaliar os métodos de implementação do Seis Sigma na área de projetos nos segmentos industriais e explorar a implementação do DMAIC na metodologia SS em conjunto com o DFSS.

## 3. Desenvolvimento

---

O método de pesquisa adotado para o desenvolvimento desta pesquisa foi o estudo de caso (YIN, 1994). Este método geralmente envolve a investigação de um pequeno número de casos e busca a criação de relações e entendimentos sobre o objeto do estudo. A pesquisa a ser realizada apresentou um caráter exploratório, pois buscou evidenciar como aplicar o Six Sigma e as etapas do DFSS em um problema real das indústrias, com uma abordagem quantitativa dos dados, seguindo o procedimento técnico de estudo de caso. Com isso foi elaborado um questionário (anexo) com dez questões abertas, sendo três relativas ao SS, quatro ao DFSS e as últimas englobando as duas metodologias. Juntamente com as perguntas, ao final da página, apresentava-se um pequeno parágrafo relatando que o questionário era destinado somente para fins de estudo, por último foram fornecidos o celular e e-mail do orientado. Foram enviados e-mails para empresas de grande porte da região de Piracicaba explicitando o motivo do contato juntamente com o questionário elaborado em anexo a fim de se obter, preferencialmente, uma entrevista in loco para realização das perguntas contidas no questionário, ou em caso negativo, a simples respostas via e-mail. Assim, foi possível obter os dados necessários para elaboração do trabalho proposto.

## 4. Resultado e Discussão

---

Foram realizados os estudos de caso com duas empresas de grande porte presentes na região de Piracicaba, onde por meio de um questionário foram feitas perguntas a respeito das metodologias SS e DFSS ocorrendo uma ênfase maior nesta última. A partir das respostas obtidas demonstradas na Tabela 1, notou-se que a empresa A iniciou suas atividades com a metodologia SS aproximadamente treze anos antes da empresa B e onze anos depois do surgimento do SS evidenciando um grau maior de maturidade em relação à empresa B. Com o mesmo objetivo da Motorola em 1987 a empresa B também buscou com a implantação da ferramenta SS tornar a empresa mais competitiva no mercado frente seus concorrentes, bem como a empresa A que por meio de planejamento estratégico difundiu o programa para todos seus sites no mundo, pois a ênfase do Seis Sigma é transformar decisões em ações concretas e dados mensuráveis, visando o maior e melhor controle dos processos. O ciclo DMAIC utilizado para obtenção e manutenção do SS faz uso de intenso ferramental estatístico que buscam, entre vários outros aspectos, a identificação das fontes primárias causadoras das variabilidades nos processos, com isso nota-se que ambas as empresas utilizam-se das ferramentas presentes na literatura como: Controle Estatístico do Processo (CEP), Histograma, MSA (Análise do Sistema de Medição), FMEA (Análise de

Falhas), entre outras. Quando perguntado sobre o DFSS, a empresa B respondeu que ainda não o possui, porém pretende implementá-la no próximo semestre, por se tratar de uma metodologia mais nova, surgimento por volta de 1996, e que na maioria das vezes surge em empresas que possuem certo amadurecimento no SS, não foi uma surpresa a empresa B não possuí-la. Em contrapartida a empresa A, com know-how de mais de dez anos na metodologia SS utiliza o DFSS desde 2007, sendo utilizado para criação de novos processos com níveis Seis Sigma de desempenho, mas somente no setor de engenharia. Para a realização do DFSS é empregado o ciclo DMADV, que consiste num ciclo composto por cinco fases e em cada fase são executadas ferramentas da qualidade específicas. Como o DFSS visa a criação de novos projetos/ processos perguntou-se na questão 5 a respeito de como são coletados os dados dos clientes para tal tarefa, a empresa A, como resposta, citou o uso de duas ferramentas: CTQ e QFD (Desdobramento da Função Qualidade). Confirmando mais uma vez a teoria a empresa A afirmou ter conseguido uma redução de aproximadamente 30% na confecção de seus projetos pós-utilização da metodologia DFSS uma vez que os produtos já nascem visando o desempenho Seis Sigma. Na mesma linha observou-se que mesma empresa adquiriu ganhos significativos de tempo, satisfação do cliente, e redução dos impactos nos lançamentos de novos produtos com a adoção do DFSS, ganhos esses previstos para quem utiliza a metodologia em questão. Observou-se que tanto na empresa A quanto na B ocorreu o apoio e conhecimento do emprego das metodologias, através dos check-points na empresa B e associação no planejamento estratégico na empresa A efetivando o alto grau de importância dentro da organização, postura essa evidenciada por Werkema (2002) que diz que Seis Sigma deve ser implantado de “de cima para baixo” com um elevado comprometimento da alta administração. Como toda mudança também existiu dificuldades na implantação das metodologias SS e DFSS, a empresa A retratou como sendo a principal dificuldade enfrentada a resistência dos funcionários as novas formas de gestão da qualidade, já a empresa B mencionou que cultura da empresa entrou em choque com a forma que se aplica para conduzir os programas SS e DFSS. Uma das perguntas mais importantes foi referente à como as empresas asseguram a manutenção das metodologias SS e DFSS, pois de nada adianta o sucesso na implantação dos programas se ele não se mantém, ou se mantém por pouco tempo. Diante desta questão a empresa A respondeu que a manutenção é assegurada alinhando-se a os programas ao planejamento estratégico da empresa, já a empresa B mantém através da disseminação por toda a empresa do conhecimento através de pessoas capacitadas no SS.

## 5. Considerações Finais

---

O Seis Sigma é uma metodologia de gestão da qualidade, que se mostra em crescimento dentro das empresas, devido ao fato de trazer inúmeros benefícios no combate à redução da variabilidade dos processos já existentes, resultando assim em grandes retornos financeiros. Um pouco mais novo que o SS encontra-se o DFSS, metodologia voltada para a criação de novos projetos com desempenho Seis Sigma. Ele tem um caráter de mudança de cultura na estruturação de projetos e desenvolvimento de produtos. A pesquisa observou que o DFSS por ser relativamente novo e devido a isso, por vezes desconhecido, não são todas as empresas que o possuem, dificultando o estudo do tema por não possuir muitas publicações científicas a seu respeito. Porém como retratado nos estudos de caso algumas empresas possuem planos futuros para sua implementação. Portanto a presente pesquisa evidenciou o desenvolvimento da metodologia Design for Six Sigma (DFSS) nas empresas de Piracicaba e região, destacando sua evolução e importância.

## Referências Bibliográficas

---

- ABOELMAGED, M. G.** *Six sigma quality: a structured review and implications for future research*. International Journal and Reliability Management, vol. 27, nº3, 2010, p268-317.
- ANDRIETTA, MARCOS JOÃO.** Estudo Exploratório sobre a Aplicação do Programa Seis Sigma no Brasil. 2006. 193f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d’Oeste, 2006. Disponível em: . Acesso em 15 jan. 2012.
- ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C.** A importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade Analisada sob uma Abordagem Teórica. Revista de Ciência & Tecnologia, v.11, n. 20. p 91-98. Jul/Dez 2002. Disponível em: . Acesso em 15 jan. 2012.
- BLAUTH, R.** Seis Sigma: Uma estratégia para melhorar resultados. Revista FAEBUSINESS. Nº5. abril, 2003. p. 36-39.
- FIORAVANTI, ALEXANDRE.** Aplicação da Metodologia *Design for Six Sigma* (DFSS) em projetos automotivos. 2005. 44f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Automotiva, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: Acesso em 12 jan. 2012.
- GOH, T. N.; XIE, M.** *Improving on the six sigma paradigm*. The TQM Magazine, York, England, v.16, n.4, p.235-240, 2004.
- MATOS, JORGE DA LUZ.; CATEN, CARLA SCHWENGBER TEN.** Seis Sigma: uma aplicação na indústria petroquímica. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003, Ouro Preto. Anais. Ouro Preto: ABEPRO, 2003.
- RECHULSKI DK; CARVALHO MM.** Programas de Qualidade Seis Sigma: Características Distintivas dos Modelos DMAIC e DFSS. In: XI SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 08 a 10 de novembro de 2004.
- ROOS, C.** Referencial Teórico sobre Seis Sigma: um ponto de partida para futuras pesquisas. In: SIMPEP - XVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2009, Bauru - SP.

**ROTONDARO, R. G.; RAMOS W. A.; RIBEIRO O. C. ET AL.** Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

**ROWLANDS, H.** *Six Sigma: a new philosophy or repackaging of old idea is ?* Engineering Management, v13, n2, 2003, p18-21.

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

**PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R.R.** *The six sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance.* New York. McGraw-Hill, 2000.

**WERKEMA, M. C. C.** Criando a Cultura Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, v. 1, 2002.

**YIN, R.K.** *Case Study Research – Design and Methods*, 2ed. New York: Sage Publications, 1994.

## Anexos

---

### Questionário

- 1) Quando foi implantado o Seis Sigma (SS) na empresa ? Em que áreas da empresa?
- 2) Quais foram os motivos de implementação ?
- 3) Quais as principais ferramentas utilizadas no DMAIC ?
- 4) A empresa utiliza o DFSS ? Desde quando ?
- 5) Como são coletados os dados dos clientes para definir suas necessidades e expectativas?
- 6) A empresa reduziu o tempo de projeto com a adoção do DFSS?
- 7) A empresa teve ganhos significativos com a implementação do DFSS?
- 6) Qual o grau de apoio e conhecimento da alta gerência ?
- 7) Quais foram as principais dificuldades encontradas no SS e DFSS?
- 8) Como é assegurada a manutenção do SS e DFSS ?

As informações fornecidas no questionário são somente para fins de estudo, não havendo assim a divulgação do no nome da empresa.

Maiores informações, entrar em contato com:

*Gustavo Leme Miranda*

*Cel: 11 9910.8253*

*e-mail: gustavo\_100brasil@yahoo.com.br*

Tabela 1: Respostas do questionário das empresas A e B

Perguntas	Respostas Empresa A	Respostas Empresa B
1) Quando foi implantado o Seis Sigma (SS) na empresa? Em que áreas da empresa?	O SS foi implantado por volta de 1998 em toda a empresa.	Seis Sigma é aplicado na empresa há aproximadamente 2 anos e meio. São definidos times multifuncionais (com integrantes de várias áreas) que tem por responsabilidade analisar um problema e buscar melhorias baseado na metodologia do DMAIC.
2) Quais foram os motivos de implementação?	A corporação contratou consultores e depois, por meio de planejamento estratégico, difundiu para todos os sites no mundo.	A implementação da metodologia surgiu da necessidade de explorar a busca pela melhoria contínua para tornar a empresa mais competitiva no mercado.
3) Quais as principais ferramentas utilizadas no DMAIC?	Ishikawa, CEP, Histograma, QFD, FMEA.	D a Definição do problema, lacuna e meta + Gráfico de tendência + SIPOC M a Estatística Descritiva + Plano de Coleta de Dados + Folha de Verificação + Pareto + M.S.A (Sistema de Medição) + Cartas de Controle + Capacidade de Processo A a Mapa de Processo + FTA + Teste de Hipóteses + Gráfico de Correlação + Matriz de Priorização + DOE Fatorial Completo I a 5W2H + Matriz BASICO C a Verificar o atingimento da meta (Teste de Hipótese, Gráfico de tendência, etc) + Poka yoke + Plano de controle + Instrução Operacional
4) A empresa utiliza o DFSS? Desde quando?	O DFSS iniciou-se por volta de 2007, inicialmente por meio do DMAIC e depois com o DMADV, porém somente difundido nas engenharias.	Atualmente não utilizamos o DFSS, porém está no planejamento iniciamos uma turma no início do próximo semestre.
5) Como são coletados os dados dos clientes para definir suas necessidades e expectativas?	Os dados dos clientes são coletados pelo CTQ (critical to quality) e também pelo QFD.	nada
6) A empresa reduziu o tempo de projeto com a adoção do DFSS?	Sim, aproximadamente em 30% de redução.	nada
7) A empresa teve ganhos significativos com a implementação do DFSS?	Sim, além do ganho de tempo (time to Market); ganhou com a satisfação do cliente e reduziu o impacto de lançamento de novos produtos (ou seja menos problemas na passagem para início de produção – <i>runup</i> )	nada
8) Qual o grau de apoio e conhecimento da alta gerência?	A alta gerência deu total apoio, pois este projeto é considerado mandatório pela corporação.	A alta gerência acompanha o andamento dos projetos nos chamados <i>check points</i> .
9) Quais foram as principais dificuldades encontradas no SS e DFSS?	A maior dificuldade é a resistência à mudança.	No caso dos Seis Sigma a maior dificuldade está na mentalidade americana da empresa... O americano quer os resultados para ontem, e em valores extraordinários. Enquanto que o que garante a obtenção dos resultados é fazer bem feito as primeiras fases.
10) Como é assegurada a manutenção do SS e DFSS?	A manutenção do SS e do DFSS é assegurada com o alinhamento do Planejamento Estratégico.	Incentivamos a utilização das ferramentas da qualidade e consequentemente o Seis Sigma nos times naturais de melhoria contínua. As pessoas treinadas em Seis Sigma funcionam como multiplicadores dos conhecimentos.