UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUIS RICARDO GALVANI

Análise comparativa da aplicação do Programa Seis Sigma em processos de Manufatura e Serviços

São Carlos
2010

LUIS RICARDO GALVANI

Análise comparativa da aplicação do Programa Seis Sigma em processos de Manufatura e Serviços

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Processos e Gestão de Operações
Orientador: Prof. Dr. Luiz César R. Carpinetti

São Carlos
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

Galvani, Luis Ricardo
G182a Análise comparativa da aplicação do programa seis sigma em processos de manufatura e serviços / Luis Ricardo Galvani ; orientador Luiz César Ribeiro Carpinetti. –- São Carlos, 2010.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações) –- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Programa seis sigmas. 2. Seis sigmas em manufatura. 3. Seis sigmas em serviços. 4. Controle estatístico da qualidade. 5. Controle estatístico do processo. I. Título.

DEDICATÓRIA

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Engenheiro **LUIS RICARDO GALVANI.**

Dissertação defendida e julgada em 16.09.2010 perante a Comissão Julgadora:

APROVADO

Prof. Associado **LUIZ CESAR RIBEIRO CARPINETTI – (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dr. **DANIEL CAPALDO AMARAL**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dr. **PEDRO CARLOS OPRIME**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Prof. Associado **AQUILES ELIE GUIMARÃES KALATZIS**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Dedico este trabalho à memória de meu pai
Anérsio Galvani e a minha mãe Theresinha Gallina Galvani pelo
exemplo de força, honestidade e coragem.

AGRADECIMENTOS

À Deus acima de tudo, pela saúde, força e motivação concedida para a execução deste trabalho.

À Andréa, companheira de todos os momentos, guerreira, mãe dos meus dois filhos e esposa, sempre atenciosa e conselheira, que ouviu pacientemente as conversas sobre este trabalho, sem me deixar pensar em desistir, durante os dois anos.

À todos os professores do Departamento de Engenharia de Produção da EESC-USP que direta ou indiretamente contribuíram com esta pesquisa, seja através da banca de qualificação ou nas discussões das disciplinas de pós-graduação.

Aos *Masters Black Belts* das empresas que contribuíram para a realização desta pesquisa: Renato Ohnermaiyer e Mauricio Leal.

A John Katona e Christopher LaMothe, mestres e amigos que me ensinaram e guiaram em ambiente de conhecimento, contribuindo com minha formação.

Aos amigos e funcionários do Departamento de Engenharia de Produção da EESC-USP pela presteza, apoio e amizade.

Ao professor Daniel Capaldo Amaral pelas observações, conselhos, correções e criticas construtivas que ajudaram muito a evolução deste trabalho de dissertação.

Especialmente, ao professor Carpinetti, pela paciência, atenção e orientação dedicada a este trabalho. Estes dois anos serão lembrados, por mim, com muita gratidão.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

RESUMO

GALVANI, L. R. Análise comparativa da aplicação do Programa Seis Sigma em processos de Manufatura e Serviços. 2010. 110 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

A competitividade é um fator de extrema importância para o sucesso das organizações. Os expressivos resultados alcançados pela Motorola e General Electric (GE), por meio do programa Seis Sigma, tem sido uma fonte de inspiração para muitas empresas seguirem o seu exemplo e conseguir maior competitividade. O programa Seis Sigma foi criado e evoluiu em ambiente de manufatura, mas também pode ser aplicado em processos de serviços. Entretanto a aplicação em serviços tem sido feita de forma mais modesta, com menor participação de empresas, e conseqüentemente menor número de casos e relatos divulgados. A literatura menciona que de forma geral o desempenho dos processos de serviços é inferior aos processos de manufatura, e isso pode ser um indicativo de boa oportunidade para a aplicação do programa Seis Sigma.

Este trabalho tem como objetivo a análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços, por meio de revisão da literatura e pesquisa com empresas que aplicam o programa, visando entender as diferenças da aplicação em benefício da aplicação em serviços.

Os resultados obtidos sugerem indícios de similaridades e diferenças significativas, tais como "no perfil do Black Belt, nas equipes de projeto, no tempo de execução de um projeto, no uso da CTQ, na disponibilidade e natureza dos dados e na aplicação de técnicas e ferramentas" que podem ajudar na expansão do programa em serviços, e assim, espera-se que possa motivar mais pesquisas com esse tema de trabalho.

Palavras-chave: Programa seis sigmas; Seis sigmas em manufatura; Seis sigmas em serviços; Controle estatístico da qualidade; Controle estatístico do processo.

ABSTRACT

GALVANI, L. R. Comparative analyses of Six Sigma application in manufacturing and service process. 2010, 110 p. Dissertation (Master) - Engineering School of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2010.

Competitiveness is an important factor for any organization success. The Six Sigma Program, which has been used by companies like Motorola and GE since the 1980´s, has proved to be a successful way to make any company improve all areas of business and therefore, become more competitive. Although it was created and has been growing in manufacturing successfully, its implementation can reach a much wider field of application. In the last few years, some service corporations also been benefited by the use of this program. However, different from manufacturing, its application is less popular and still restricted to few companies that have already implemented it, which explains limited case studies and projects published in the Literature.

This paper has the goal to perform a comparative analysis of Six Sigma program implementation in manufacturing as well as in services process and consequently, comprehend the differences and advantages of its application in these different fields.

The results of this study, which are based on literature review and also a survey with service companies, have led to some significant similarities and differences like the profile of the Black Belt, project time execution, CTQ use, the nature and availability of the data and application of techniques and tools. Further research, can certainly contribute to the expansion of the Six Sigma methodology improvement in service quality.

Keywords: Six Sigma program; comparative analyses; Six sigma in manufacturing; Six sigma in services; Statistical quality control; Statistical process control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Etapas do desenvolvimento do trabalho..... 19

Figura 2.1: Probabilidade de defeitos da distribuição normal 24

Figura 2.2: Probabilidade de defeitos da distribuição normal..... 26

Figura 2.4: Gráfico de barras das técnicas e ferramentas mais utilizadas..... 40

Figura 3.1: Gráfico de tendência de sucata no empastamento..... 54

Figura 3.2: Analise dos efeitos principais para os fatores do DOE..... 56

Figura 3.3: Gráfico de Pizza-Valor de inventário da curva C..... 60

Figura 3.4: Mapa do processo de inventário (curva N)..... 61

Figura 3.5: Resultado da avaliação de 15 processos de localização de fornecedores..... 65

Figura 4.1: Mapa do processo usado na empresa de serviços do caso B..... .. 92

Figura 5.1: Gráfico de técnicas e ferramentas mais utilizadas em manufatura..... 105

Figura 5.2: Gráfico de técnicas e ferramentas mais utilizadas em serviços..... 106

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Comparação do nível sigma..... 26

Tabela 3.1: Indicadores de desempenho..... 65

Tabela 3.2: Síntese da analise comparativa de projetos em manufatura e serviços..... 73

Tabela 4.1: Tempo de execução do projeto Seis Sigma..... 82

Tabela 4.2: Técnicas e ferramentas em cada uma das etapas do DMAIC..... 84

Tabela 5.1: Técnicas e ferramentas utilizadas em projetos Seis Sigma..... 102

Tabela 5.2: Consolidação das técnicas e ferramentas..... 103

Tabela 5.3: Analise das similaridades e diferenças da aplicação do programa..... 110

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BB - *Black Belt*

BSC - *Balanced Scorecard*

CEO – Diretor executivo (Chief Executive Officer)

CEP – Controle estatístico do processo

COPQ – Custo da qualidade

Cp – Índice de capabilidade potencial do processo

Cpk – Índice de capabilidade real do processo

CTQ – Critico para a Qualidade na visão do cliente (*Critical to Quality)*

DOE – Delineamento de experimento

DMAIC – Acrônimo para Definir, Medir, analizar, Melhorar (Improve) e Controlar

GB – *Green Belt*

GE – *General Electric*

FMEA – Análise dos modos de falha e seus efeitos

KPI – Indicador chave de processo

MBB – *Master Black Belt*

MCQ – Melhoria continua da qualidade

MSA – Análise do sistema de medição

PPM – Partes por Milhão

PC&L – Planejamento, logística e controle

SIPOC - fornecedores, entradas, processo principal, saídas e clientes. (*supplier, inputs, process, output and customer*).

SMART - Acrônimo para: especifico (*Specific*), Mensurável, consenso (Attainable), realista e factível (*Tangible*)

TQM – Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management*)

VP - Vice-presidente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO..... 14
1.1 Contextualização do problema de pesquisa..... 14
1.2 Objetivos e resultados esperados..... 18
1.3 Etapas do desenvolvimento do trabalho..... 19
1.4 Estrutura do texto 20

2. REFERENCIAL TEÓRICO DO SEIS SIGMA..... 22
2.1 A origem do Seis sigma..... 22
2.2 Definição estatística do Seis Sigma..... 23
2.3 O programa Seis Sigma..... 27
2.4 Os elementos do programa Seis Sigma..... 28
2.4.1 Estrutura organizcional do programa Seis Sigma..... 29
2.4.2 Métodos e técnicas do programa Seis Sigma..... 30
2.5 O programa Seis Sigma em Serviços..... 32
2.5.1 Método do programa Seis Sigma em serviços 35
2.5.2 Uso da CTQ (caracteristica crítica para a qualidade) em serviços..... 37
2.5.3 Técnicas e ferramentas do programa Seis Sigma em serviços 39
2.6 Fatores críticos de sucesso para o programa Seis Sigma..... 40
2.7 Síntese da revisão bibliográfica..... 46

3. ANÁLISE DE PROJETOS SEIS SIGMA..... 50
3.1 Caracterização da empresa..... 50
3.2 Descrição dos projetos..... 52
3.2.1 Projeto número1: redução de sucata..... 52
3.2.2 Projeto número 2: redução de reclamação do cliente..... 55
3.2.3 Projeto número 3: redução do nível de inventário..... 59
3.2.4 Projeto número 4: processo de nacionalização de componentes..... 64
3.3 Análise comparativa dos projetos..... 67
3.3.1 Síntese da comparação dos projetos Seis Sigma em manufatura e serviços…..... 72

4. PESQUISA DE CAMPO..... 76
4.1 Procedimento da pesquisa de campo..... 76
4.2 Pesquisa de casos múltiplos..... 77
4.3 A seleção da amostra..... 78
4.4 Instrumento para a coleta de dados..... 79
4.5 Apresentação da pesquisa exploratória de casos múltiplos..... 80
4.5.1 A empresa A..... 80
4.5.2 A empresa B..... 87

5. ANÁLISE CONJUNTA DOS DADOS..... 94
5.1 Análise dos dados..... 94
5.2 Sintese da analise comparativa..... 110

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES..... 112
6.1 Considerações teóricas..... 113
6.2 Considerações empiricas..... 113
6.2.1 Principais diferenças na aplicação do programa Seis Sigma em serviços..... 114
6.2.2 Dificuldades para aplicar o programa Seis Sigma em serviços..... 116
6.2.3 Vantagens para aplicar o programa Seis Sigma em serviços..... 117
6.3 Limitações do Trabalho..... 118
6.4 Recomendações para pesquisas futuras..... 118

REFERÊNCIAS 120
APENDICE A – Protocolo de Pesquisa..... 124
APENDICE B – Roteiro de entrevista..... 126

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do problema de pesquisa

A competitividade é um fator de extrema importância para o sucesso das organizações, e a implantação de programas de qualidade pode ser um diferencial e uma vantagem competitiva. As organizações almejam tornarem-se mais competitivas, e buscam a implementação de programas, métodos e ferramentas capazes de alavancar a melhoria da qualidade em seus processos e produtos. O programa Seis Sigma tem sido usado por um grande número de empresas com esse objetivo.

Essa busca pela eficiência e eficácia também tem sido feita por meio de metodologias desenvolvidas e aplicadas por empresas de liderança tecnológica em seus segmentos. Breyfogle (1999) enfatiza que a chave para o sucesso do negócio está em fazer a coisa certa, com melhor qualidade, mais rápido, e ainda com menor custo que o concorrente. O Seis Sigma foi implementado por organizações como Motorola, *General Eletric*, *Allied Signal*, *Citybank*, entre outras, como uma dessas alternativas (CORONADO E ANTONY, 2002).

Raisinghani et al, (2005) descrevem que o programa Seis Sigma iniciou na década de oitenta, onde alguns fatos marcantes aconteciam e impulsionavam as indústrias americanas à busca por melhor qualidade, podendo citar:

- O inicio da produção em massa de componentes eletrônicos, para rádios e televisores.
- A abertura dos mercados globais com introdução de competidores japoneses.
- Introdução de competidores japoneses no próprio mercado interno americano.

O menor preço e a maior qualidade dos produtos japoneses tornavam seus produtos atrativos no mercado. Neste contexto iniciaram outras iniciativas de qualidade para responder a essas ameaças e ajudar a manufatura americana ser mais competitiva, tais como:

- O Círculos da Qualidade, implementado na Honeywell e Fairchild Electronics para conscientizar os empregados do nível de qualidade requerido pelo seu cliente;
- Total Quality Management (TQM) na Boeing e Bell Telephone;
- Fortalecimento das normas de Gestão da Qualidade serie ISO 9000, criação das normas automotivas QS 9000;
- Inicio de um programa de melhoria de qualidade na Motorola registrado como Seis Sigma.

O programa Seis Sigma se originou na Motorola em um ambiente de muita competitividade e ao longo dos vinte anos tem mostrado que é possível alcançar dramáticas melhorias em custo, qualidade e tempo focando no melhor desempenho do processo, sendo referenciado e divulgado por empresas renomadas ao redor do mundo.

Conforme Pfeifer (2004), os resultados alcançados pela Motorola e General Electric (GE), tem sido uma fonte de inspiração para muitas empresas que tentam até hoje seguir o seu exemplo e conseguir maior competitividade. Essa história de sucesso foi especialmente divulgada através de Jack Welch, que liderou a implantação e expansão do programa Seis Sigma como CEO da General Eletric a partir de 1995. Publicações relatam o sucesso alcançado através do Seis Sigma e isso tem motivado grandes empresas a seguir esse caminho. Empresas como Caterpillar, Siemens, Nokia, Volvo, DeutscheTelekom, Ford, tem investido na aplicação do Seis Sigma para evoluir no nível de qualidade e buscar maior lucratividade. As empresas que buscaram alcançar a melhoria contínua apoiadas no programa Seis Sigma reduziram custos com a eliminação de erros, diminuíram o tempo do ciclo de produção, aumentaram a produtividade e aperfeiçoaram a qualidade do desenvolvimento de processos e produtos lançados no mercado.

Para Santos (2006), Seis Sigma é uma abordagem que vem ganhando repercussão no meio organizacional, especialmente em função dos resultados divulgados pela *General Eletric* ainda no início da década de 90. A imagem de sucesso de algumas corporações respeitadas mundialmente incitou as pesquisas acadêmicas sobre o assunto. Os primeiros artigos foram mais descritivos e direcionados para divulgar a iniciativa estratégica da Motorola, que foi criada para vencer a competitividade e atender as necessidades do mercado. O foco do Seis Sigma é reduzir os custos da não qualidade focando na repetibilidade do processo. A repetibilidade do processo pode ser expressa em números de desvios padrão, conhecido como nível sigma, que normalmente no programa Seis Sigma é medido em número de rejeições em um milhão de oportunidades (PPM). O programa Seis Sigma é também uma estratégia para maximizar a qualidade dos processos, produtos e serviços de uma empresa, por meio do uso de análises quantitativas, técnicas e ferramentas estatísticas que auxiliam na tomada de decisão. Para Antony (2002), qualquer ramo de atividade ou tamanho de empresa pode utilizar o programa de Seis Sigma para reduzir custos, melhorar seus processos e assim aumentar a participação no mercado. É um processo que permite às organizações incrementar

seus lucros por meio da eficiência dos processos, melhorando a qualidade e eliminando defeitos e erros.

O Seis Sigma vem evoluindo no âmbito das pesquisas acadêmicas nestes últimos anos, o que pode ser constatado pelo crescimento das publicações em periódicos nacionais e internacionais, ou mesmo em reuniões científicas, porém apesar dessa evolução, percebe-se que ainda há certa carência de estudos mais teóricos, principalmente relativos à aplicação do programa Seis Sigma em ambiente de serviços. Linderman et al, (2003) afirmam que atualmente existem muitos livros e artigos sobre o Seis Sigma, escritos por praticantes e consultores, porem são poucos os artigos publicados em jornais acadêmicos. Essa carência de estudos teóricos da implementação do programa Seis Sigma em serviços também é observada por vários autores (CHARKRABARTY e CHUAN, 2009; NONTHALEERAK e HENDRY, 2008; SCHROEDER et al., 2008).

Conforme Antony (2006), o Seis Sigma tem sido implementado em muitas empresas de manufatura com sucesso, entretanto sua aplicação no setor de serviços é limitada. Ele atribui isso ao fato de que muitas empresas ainda têm a impressão de que o Seis Sigma é somente para indústrias manufatureira em seus processos principais, entretanto o uso do programa seis sigma em empresas de grande porte, tais como "J P Morgan, Lloyds TSB, City Bank, American Express, Zurich Financial Services, entre outras, permitiram resultados que merecem uma análise mais detalhada, e que exemplos de boa aplicação em serviços podem ser verificados e confirmados por casos de sucesso comprovado.

Charkrabarty e Chuan (2009) fizeram uma pesquisa especificamente em empresas de serviço, da lista das 1000 melhores de Singapura em termos de resultados financeiros (250 pesquisadas com 50 respondentes), e para as organizações que ainda não implementaram o Seis Sigma, como resultado, as razões foram: "desconhecido para nós", "não relevante para o negócio", "não interessado" entre outros. Isso demonstra que muito trabalho ainda é necessário pelos praticantes do Seis Sigma e pelos pesquisadores para prover a visibilidade correta e necessária do programa Seis Sigma nas organizações de serviço.

O diferencial do Seis Sigma é que ele promove uma mudança na cultura da empresa, pois com o programa, a organização modifica sua postura em relação aos clientes e aos problemas, criando um ambiente favorável para melhoria continua. Segundo Aguiar (2002), as principais mudanças obtidas com a implantação do Seis Sigma são:

- A atuação da empresa volta-se principalmente para o atendimento das necessidades dos clientes;
- Todo projeto ou meta a ser desenvolvido visualiza um retorno monetário, mesmo que mínimo;
- Os problemas da empresa são considerados problemas de todos os seus funcionários;
- A forma de condução da solução de um problema é padronizada em todos os setores da empresa.
- Acontece um aperfeiçoamento técnico por meio do treinamento nas técnicas e ferramentas do programa, e muitos funcionários tendem a buscar o aperfeiçoamento na condução de seu trabalho, além de procurar eliminar operações que não agregam valor ao produto final.

Diante da diversidade de processos de negócios nos quais o programa Seis Sigma pode ser aplicação, e dos benefícios que isso traz para as empresas, este estudo tem como tema comparar a aplicação do programa de Seis Sigma em manufatura e serviços. Neste contexto, algumas questões parecem ser pertinentes como motivação para um trabalho de pesquisa mais aprofundado:

- Existem diferenças significativas na aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços?
- Se existem, que beneficio podemos extrair dessas diferenças?
- E ainda, como podemos explorar essas diferenças em beneficio da utilização dos conceitos e técnicas em serviços?

A aplicação do programa Seis Sigma em empresas de serviços é equivalente a aplicação em empresas de manufatura nos processo auxiliares, sendo conhecido no mercado como processos administrativos. Nesta dissertação não fizemos distinção entre a aplicação em empresas de manufatura para processos administrativos e a aplicação em empresas de serviços, sendo chamado e tido como sinônimo.

Esta é a justificativa do aprofundamento da pesquisa, com estudo teórico, avaliação empírica de projetos e pesquisa de múltiplos casos, para comparar a aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços e extrair as respostas dessas questões.

1.2 Objetivos e resultados esperados.

O objetivo principal desta dissertação é a analisar as diferenças na aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços, por meio dos seguintes objetivos intermediários:

- Levantamento bibliográfico focando nos pontos de interesse da pesquisa.
- Análise exploratória de projetos Seis Sigma, por meio do relato sucinto e análise comparativa de dois projetos em ambiente de manufatura e dois projetos em serviços, vivenciados pelo autor da dissertação.
- Pesquisa de múltiplos casos, em empresas de médio e grande porte, dos setores de manufatura e serviços, para analisar as diferenças na aplicação do programa Seis Sigma.

Como resultado espera-se conseguir uma maior compreensão das diferenças substanciais, limitações, vantagens e benefícios da aplicação do programa Seis Sigma em serviços. Também esperasse que esse trabalho possa incentivar mais pesquisas nesta área de conhecimento, e assim contribuir para a expansão da aplicação do programa Seis Sigma em serviços.

1.3 Etapas do desenvolvimento do trabalho e procedimento de pesquisa

As etapas do desenvolvimento desse trabalho consistiram primeiramente na definição do tema de estudo e dos objetivos a serem alcançados. A partir dessa definição, construiu-se um referencial teórico por meio de pesquisa de artigos, fontes oficialmente recomendadas e livros utilizados pelos praticantes do programa Seis Sigma, permitindo que se faça uma fundamentação teórica metódica e abrangente do projeto em estudo. Para complementar a teoria buscou-se por meio empírico, a análise de projetos Seis Sigma vivenciados pelo autor da dissertação em ambiente de manufatura e serviços. Com o complemento da parte teórica pela parte prática, construiu-se um roteiro de entrevista, para ser utilizado como guia em uma pesquisa de casos múltiplos. Os dados encontrados na pesquisa de casos múltiplos, são confrontados com os dados da análise dos projetos Seis Sigma e também com a revisão bibliográfica em uma análise comparativa, que é feita e sumarizada com as principais diferenças encontradas na aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços.

Finalmente apresenta-se a conclusão e discussão final sobre os fatos relevantes encontrados na literatura, nas análises dos projetos descritos pelo autor e no estudo de múltiplos casos.

A descrição das principais etapas do desenvolvimento desta dissertação é ilustrada na figura 1.1.

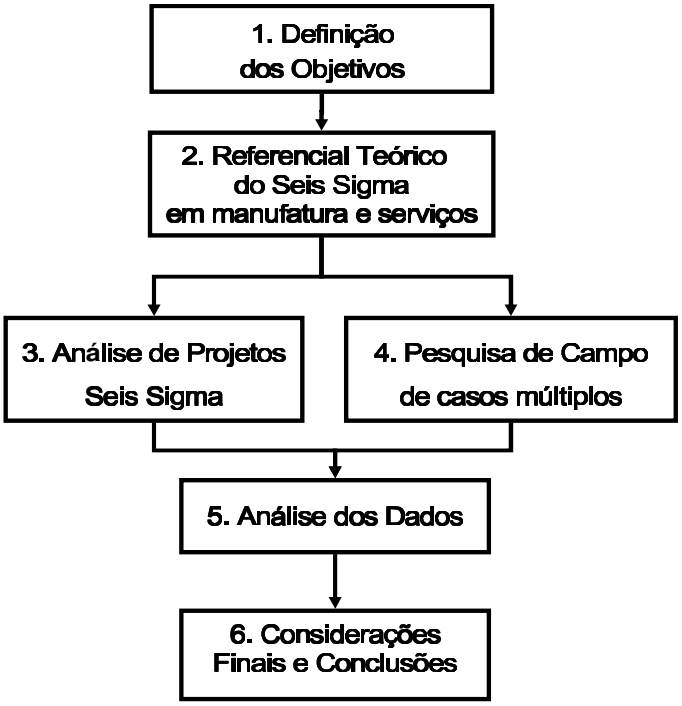

Figura 1.1: Etapas do desenvolvimento do trabalho
Elaborado pelo autor

1.4 Estrutura do texto

O capitulo 1 faz uma introdução ao tema de pesquisa descrevendo a justificativa e os objetivos para a realização do trabalho. Também menciona o método empregado na execução do trabalho para se atingir os objetivos propostos.

O capitulo 2 descreve a revisão da literatura para construção do referencial teórico, sendo baseada em artigos com consulta em fontes oficialmente recomendadas, e livros utilizados por praticantes do Seis Sigma. As consultas foram feitas as seguintes bases de dados:

- www.periodicos.capes.gov.br
- www.sciencedirect.com
- www.scielo.com.br
- www.isiknowledge.com
- www.ingenta.com
- www.scirus.com

A revisão da literatura abrangeu: a origem do Seis Sigma, sua definição na forma estatística, o programa Seis Sigma e seus elementos principais. A segunda parte da revisão bibliográfica buscou artigos alinhados com os objetivos específicos do trabalho, que relatam comparações e diferenças na aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços.

O capitulo 3 apresenta uma análise da aplicação de projetos Seis Sigma, iniciando com a descrição sucinta de dois projetos em ambiente de manufatura e dois em serviços. Finaliza o capitulo com uma análise comparativa da aplicação do programa nesses dois ambientes. Essa descrição e análise foi realizada por meio de relatos e registros retrospectivos de projetos Seis Sigma vivenciados pelo autor da dissertação em uma empresa de grande porte.

O capitulo 4 apresenta uma pesquisa de campo exploratória de casos múltiplos, feita em empresas de médio e grande porte dos setores de manufatura e serviços. A entrevista foi realizada com os profissionais da área do Seis Sigma conhecidos com "*Master Black Belt",* questionando os pontos de interesse relacionados aos objetivos do trabalho, com ajuda de um questionário previamente elaborado (apêndice A).

O capitulo 5 apresenta uma análise comparativa detalhada da aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços, avaliando a pesquisa de casos múltiplos e os projetos descritos pelo autor, contrastando com a revisão bibliográfica.

O capitulo 6 apresenta a discussão e conclusão final sobre os fatos relevantes encontrados nas análises realizadas, fazendo uma reflexão sobre os objetivos do trabalho, e relatando as contribuições dessa dissertação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO DO SEIS SIGMA

2.1 A origem do Seis Sigma

A qualidade de um produto ou serviço é um fator crítico de sucesso para manter a competitividade e a prosperidade dos negócios. Algumas literaturas retratam o nascimento do conceito de qualidade nos Estados Unidos, na década de 1920 e desde então vem crescendo e sofrendo inúmeros refinamentos, com destaque para os trabalhos realizado por Shewhart, Deming, Juran, Feigenbaum, Crosby entre outros, em busca da qualidade total (BERK, 1997). Essa evolução do conceito de qualidade ficou conhecida como TQM (Total Quality Management) sendo traduzida como Gestão da Qualidade Total.

De acordo com Oakland (1994), o TQM é uma abordagem para melhorar a competitividade, a eficácia e a eficiência dos processos e dar maior flexibilidade da organização. É uma maneira de planejar, organizar e compreender cada atividade, e depende de cada individuo em cada nível. Para Samuel (1999), o TQM fornece um conceito geral que adota a melhoria contínua em toda organização e contém uma sistemática integrada, consistente na perspectiva da organização inteira, envolvendo todas as pessoas e todas as coisas. No entanto, Berk (1997) ressalta que o TQM não prosperou desde seu inicio nos EUA, sendo recebido e adotado pelo Japão a partir da segunda grande guerra e que os japoneses contribuíram para o crescimento e aprimoramento do TQM, elevando o nível de qualidade de seus produtos, passando a competir no mercado global.

Conforme Raisinghani *et al.* (2005), na década de oitenta, o TQM retorna com força nos Estados Unidos sendo adotado como modelo de gestão por muitas empresas que sofriam principalmente com a concorrência japonesa. Nesse cenário estava a Motorola que enfrentava sérios problemas de perda de mercado, pois os produtos japoneses tinham melhor desempenho em qualidade e ainda menor preço. Analisando seus processos internos concluíram que grande parte do custo de fabricação estava associado às perdas de processo (custo da não qualidade), onde o preço final era fortemente afetado, acarretando grandes perdas nos negócios. Raisinghani *et al.*(2005) complementam que dessa forma teve inicio um programa de qualidade dentro do ambiente do TQM, mas com forte apelo financeiro que almejava reverter a situação, batizado como “Seis Sigma” (marca registrada da Motorola).

O Seis Sigma emprega várias das técnicas do TQM e ambas as metodologias enfatizam que a melhoria contínua da qualidade é essencial para cativar o cliente, manter e aumentar os negócios. Uma das diferenças está na "gestão": o TQM tem diretrizes mais amplas e abrangentes para todos os processos da empresa, enquanto o Seis Sigma tem como meta específica o sucesso do negócio, focando na satisfação do cliente e fortemente voltado ao retorno financeiro. Conforme Ramos (2004), o Seis Sigma não criou nada de novo ou diferente, apenas basearam-se nas metodologias anteriores da qualidade, com conceitos da qualidade total e gerenciamento de processos, verificando o que era de fato eficaz, inserindo tudo em uma metodologia coerente e muito lógica.

O programa Seis Sigma nasceu na Motorola, mas sua divulgação para o mercado foi feita pela *General Eletric*, que foi uma das primeiras empresas a adotar o Seis Sigma, com inúmeras publicações e histórias de sucesso, que relatam os bons resultados alcançados como o programa. Pfeifer (2004) afirma que a *General Electric* reportou benefícios de mais de 300 milhões de dólares no seu primeiro ano de aplicação, sendo a principal responsável pela expansão do programa. Esse autor complementa que isso tem motivado grandes empresas a seguir esse caminho, tais como Siemens, Nokia, Volvo, Deutsche Telekom, Ford, Caterpillar, entre outras. Essas empresas tem investido na aplicação do Seis Sigma para evoluir no nível de qualidade e buscar maior lucratividade.

2.2 Definição estatística do Seis Sigma

O uso do “Sigma” como padrão de medição tem sua origem em Carl Fredrick Gauss (1777-1855), o qual introduziu o conceito da distribuição da curva normal. A distribuição normal possui dois parâmetros principais: centro da distribuição (média), representado pela letra grega μ; e dispersão da distribuição (desvio padrão), representada pela letra grega σ (sigma). Cada intervalo referente a um desvio padrão (σ) representa uma área debaixo da curva da distribuição normal, sendo capaz de obter a proporção equivalente sobre a área total da curva. Conforme Breyfogle (1999), a distribuição normal possui a aparência de um gráfico em forma de sino e representa uma distribuição de probabilidade. Essa distribuição é, freqüentemente, adequada para descrever características de qualidade cuja variação é a soma de um grande número de pequenos erros independentes, devido a diferentes causas, tais como os fatores existentes em grande parte dos processos de manufatura. Para Eckes (2001), a

distribuição normal representa 100% daquilo que está sendo medido, é simétrica e o pico representa o valor de maior ocorrência (média) podendo ser dividida em uma série de segmentos (desvio padrão).

Walter Shewhart introduziu o conceito de controle estatístico de processo considerando a variação natural do processo como três sigmas acima e três sigmas abaixo da média, e indicou a necessidade de intervenção no processo quando este ultrapassar esses limites. O conceito de três sigmas, ou seja, a distancia representada por três desvios padrões abaixo e três desvios padrões acima da média, está relacionado com um processo com probabilidade de atingir 99,973% de acerto, ou seja, tem uma taxa de defeito de 0,027%. Este índice ou nível de qualidade era aceito pela maioria das empresas até meados dos anos 80 (RAISINGHANI *et al.,* 2005).

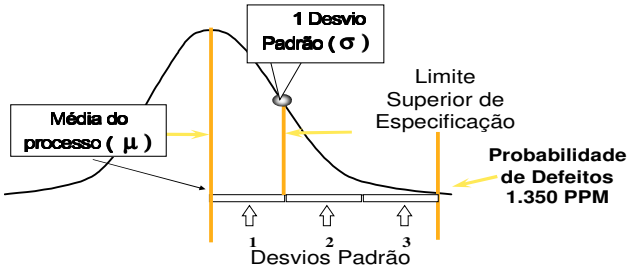

Figura 2.1 Probabilidade de defeitos da distribuição normal em um processo 3 sigmas (3σ)
Fonte: Breyfogle (1999)

Na figura 2.1 temos a representação de um processo no qual o limite superior de especificação coincide com a distância entre a média do processo somada com três desvios padrões, sendo caracterizado como um processo três sigmas (3σ). Podemos dizer que em um processo com essas características, a variação natural (mais três sigmas e menos três sigmas), abrange todo o range da especificação, e tem a probabilidade de gerar defeitos na ordem de 2.700 PPM (tabela 2.1). Para os praticantes do programa Seis Sigma, um processo três sigmas (3σ) é conhecido como processo de 99% de acerto, ou seja, tem uma probabilidade maior de geração de defeitos, na ordem de 10.000 PPM.

Aparentemente um nível de acerto de 99% parece razoável para a maioria das pessoas, porém para alguns tipos de negócios na manufatura e em serviços, melhorar esse nível de qualidade pode ser um fator determinante de sucesso. Segundo McClusky (2000) 99% de acerto para o programa Seis Sigma é inaceitável para alguns tipos de indústria, pois representa

10.000 partes por milhão de erros, e complementa com exemplos de 99% de acerto com base em números da estatística na Inglaterra:

- Em grandes aeroportos, 99% de qualidade significam 2 aterrissagens de risco por dia;
- Nos correio, 99% de qualidade significam 16.000 cartas desviadas do destino por hora;
- Na geração de energia elétrica, 99% de qualidade significam 07 horas de falta de energia por mês;
- Nos hospitais, 99% de qualidade significam 500 operações mal sucedidas por semana;
- Em transações com cartão de crédito, 99% de qualidade significam 80 milhões de transações incorretas por ano.

Um dos objetivos do Seis Sigma é melhorar a qualidade por meio da redução da variabilidade, e essa estratégia tem como efeito a diminuição do desvio padrão. Para uma mesma especificação, quando reduzimos o desvio padrão aumentamos o nível sigma do processo. A tabela 2.1 mostra que estatisticamente um processo com nível seis sigma (6σ) tem a probabilidade de gerar defeitos na ordem de 0,002 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), porém em termos práticos um processo dificilmente permanece centralizado, tendo a mudança da media ao longo do tempo. Com o deslocamento da média somado a variação natural do processo, ocorre à aproximação dos limites de especificação de projeto, aumentando a probabilidade de gerar defeitos. Isso é conhecido pelos praticantes do programa Seis Sigma como variação da média de longo prazo, e esse conceito de "variação de longo prazo" foi utilizado pela Motorola ao estabelecer que um processo de Seis Sigma tem uma probabilidade de ter 3,4 DPMO ou seja perde 1,5 sigmas devido a descentralização do processo ao longo do tempo. A tabela 2.1, mostra a comparação em DPMU para o mesmo nível sigma, da taxa de defeitos de um processo teórico de curto prazo e centralizado (sem deslocamento da média) como também um processo mais próximo a realidade, com a mudança da média ao longo do tempo, deslocando 1,5 sigmas do valor central.

Tabela 2.1 - Comparação do nível sigma
Goh, 2003

Nível Sigma	DPMO (curto prazo) Processo centralizado	DPMO (longo prazo) Processo descentralizado 1,5 sigma
1	317.400	691.462,0
2	45.600	308.537,0
3	2.700	66.807,0
4	63	6.209,7
5	0,57	232,7
6	0,002	3,4

Na tabela 2.1, podemos observar que um processo com nível de qualidade Seis Sigma tem a probabilidade de gerar 3,4 DPMO ou PPM (partes por milhão) de não conformidades com é também conhecido pelos praticantes, e tem um desempenho de 99,99966% de conformidade. A curva representada pela figura 2.2, mostra a variação de um processo nível seis sigma (6σ) comparada com a especificação permitida em projeto.

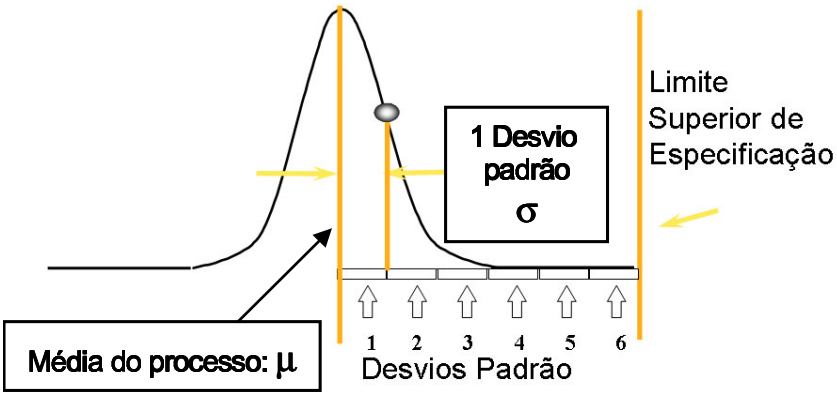

Figura 2.2 Probabilidade de defeitos da distribuição normal – nível 6 sigmas
Fonte: Breyfogle (1999)

Um processo seis sigma usa aproximadamente metade da amplitude permitida pela especificação de projeto, ou seja, em função da baixa variabilidade do processo, a distancia da média somada com a medida de seis desvios padrões, equivale a metade da distancia da média teórica do processo até um dos limites de especificação, diminuindo drasticamente a

probabilidade de ultrapassar as barreiras da especificação e de gerar defeitos. Pyzdek (2003) sustenta que o Seis Sigma se concentra na melhoria da qualidade ao ajudar as empresas a produzir de forma melhor, mais rápida e mais econômica. O autor coloca que as empresas aceitam níveis de desempenho de 3 ou 4 sigma como normais, apesar de saberem que esses processos podem criar centenas de problemas por milhão de oportunidades afetando a satisfação do cliente. O padrão Seis Sigma, com 3,4 problemas por milhão de oportunidades, é uma resposta ao aumento do nível de expectativas dos clientes e à crescente complexidade dos produtos e processos modernos.

A redução da variabilidade fica evidente com o aumento do nível sigma, mas apesar do ganho exponencial em qualidade e redução de defeitos, deve-se analisar a natureza do negócio, juntamente com a expectativa do cliente, fazendo um balanço do custo e beneficio antes de investir para melhorar um determinado processo. Para Linderman (2003) um processo deve objetivar o nível sigma seis (6σ) apenas se isto for importante para o cliente, e desde que o investimento para o salto em nível sigma não seja tão alto a ponto de inviabilizar economicamente. Assim como no custo, melhorar do nível dois (2σ) ou três (3σ) para quatro (4σ), é exponencialmente mais fácil do que melhorar do nível quatro (4σ) para cinco (5σ) ou seis (6σ).

2.3 O programa Seis Sigma

O Seis Sigma cresceu além de uma métrica estatística de controle de defeitos e redução da variabilidade. Na concepção de Pande *et al*. (2001), o surgimento da filosofia Seis Sigma, por meio da implementação do programa de qualidade, tornou ainda mais latente a necessidade de uma visão organizacional sistêmica, com foco em processo, gestão e melhoria, definindo projetos de impacto sobre a satisfação e valores dos clientes, com vistas à obtenção de resultados positivos tanto em desempenho operacional quanto financeiro.

A evolução do Seis Sigma e sua aceitação como programa de melhoria da qualidade tem crescido entre empresas de todo o mundo e isso tem chamado a atenção de pesquisadores. Com o crescente interesse pelo tema, varias definições e interpretações do programa Seis Sigma tem surgido por diferentes autores.

Para Antony e Banuelas (2001), o programa Seis Sigma é uma estratégia usada para melhorar a rentabilidade, eliminar desperdícios, reduzir o custo da qualidade e melhorar a eficiência e a eficácia de todas as operações para atender e exceder as necessidades dos clientes

Blakeslee (1999), Sanders e Hild (2000) compartilham de idéias que levam a enunciar Seis Sigma como uma estratégia da qualidade que procura, por meio de uma metodologia de melhoria, eliminar as causas essenciais dos problemas e a diminuição da variabilidade dos processos, utilizando-se pacotes de ferramentas para diagnóstico e melhoria da qualidade.

Coronado e Antony (2002) preocuparam-se em definir o programa Seis Sigma como uma estratégia de melhoria de negócios, focando lucratividade, redução de custos da baixa qualidade, aumento da eficácia e eficiência das operações e a satisfação dos clientes.

Schroeder *et al* (2002) propuseram três definições para Seis Sigma:

(a) coleção de ferramentas e métricas;

(b) abordagem de melhoria de processo, utilizando-se de método e linguagem comum;

(c) uma filosofia de negócio e cultura que se difunde por toda a empresa.

Independente da definição adotada, o fato é que a aplicação do programa Seis Sigma apresenta uma aceitação muito grande pela maioria das grandes e médias empresas que buscam aumentar o nível de qualidade e rentabilidade. Para Hoerl (1998), definir tecnicamente o Seis Sigma não é tão importante quanto entender a abordagem do programa como um meio quantitativo e disciplinado para a melhoria dos indicadores de processos de manufatura ou serviços. Kumi e Morrow (2006) complementam que mais importante que a definição é o beneficio que a organização tem com a aplicação do programa.

2.4 Os elementos do programa Seis Sigma

O programa Seis Sigma envolve uma mudança de cultura em toda a empresa, propondo uma estrutura organizacional para apoiar e suportar o programa ao longo do tempo, associado a um método especifico para desenvolver os projetos, que se apóia em técnicas e ferramentas estatísticas.

2.4.1 Estrutura organizacional do programa Seis Sigma

O programa Seis Sigma propõe uma mudança cultural na empresa e para isso, o sugere o uso de especialistas com atribuições diferenciadas para seus "atores", tais como *Green Belts, Black Belts, Master Black Belt, Sponsor e Champion.* O treinamento é um diferencial importante para proporcionar a compreensão e o envolvimento das pessoas com o programa Seis Sigma. Autores como Coronado e Antony (2002), destacam o treinamento como um dos elementos chaves para a condução do Seis Sigma. Para implantar e desenvolver o programa Seis Sigma, assume-se como imprescindível formar especialistas nas áreas, por meio de treinamento técnico apropriado, que serão os responsáveis pela promoção das mudanças na organização.

Os papeis de cada ator do programa Seis Sigma são:

Champions: possui cargo de alta gerência ou então é recomendado que seja o número um da companhia, pois a finalidade é apoiar os projetos e motivar o programa, removendo as barreiras organizacionais para o desenvolvimento e gestão do programa Seis Sigma.

Sponsor: também conhecido com patrocinador do projeto, possui cargo de média gerencia e normalmente é o responsável pelo processo em que será aplicado o projeto. É o maior interessado no resultado do projeto e deve proporcionar as condições necessárias em termos de recursos para que o projeto tenha sucesso.

Master Black Belt (MBB): representa o nível mais alto de proficiência técnica e organizacional, liderando o programa, desenvolvendo e adaptando ferramentas a partir da teoria dos métodos estatísticos. Também são responsáveis pelo treinamento de *Black Belts* e *Green Belts* com dedicação integral de seu tempo ao programa;

Black Belt (BB): lideram projetos, estão ativamente envolvidos no processo de mudança e desenvolvimento organizacional, devem ter dedicação integral ao programa. É aconselhável que o BB seja um profissional de credibilidade e competência técnica reconhecida entre os colaboradores da empresa, e ainda com capacidade gerencial para lidar com gestão de mudanças e situações ambíguas.

Green Belt (GB): podem ser líderes de projeto Seis Sigma, são capazes de formar parcerias, facilitar as equipes, e administrar os projetos do conceito à conclusão. Devem ter dedicação parcial de seu tempo ao programa, uma vez que mantêm suas atribuições

funcionais originais. Podem ainda apoiar o Black Belt em projetos maiores auxiliando na coleta e análise dos dados.

As divisões podem mudar de uma empresa para outra, mas independente disso, todas buscam a mudança de cultura com finalidade de priorizar a satisfação do cliente, direcionar as decisões com base em fatos e dados e focar em ganhos financeiros. Em busca desta mudança de cultura, as funções de BB e GB não são cargos, mas sim, competências, que se recomenda que sejam "trocadas ou rodadas" de tempos em tempos, tipicamente entre dois e três anos. Isso é uma estratégia para proliferar o programa Seis Sigma por toda a organização dando oportunidade de participação no programa para mais pessoas, e ainda levar os conhecimentos e praticas adquiridas pelos Black Belts e Green Belts para os departamentos e cargos por eles adquiridos. A maneira pela qual o projeto pode ajudar a estratégia organizacional deve ser explicita e os resultados previstos devem ser apresentados monetariamente (CORONADO e ANTONY, 2002). Os projetos devem ser priorizados de acordo com o alinhamento à estratégia organizacional, direcionando os esforços de melhoria do Seis Sigma e assim focando em iniciativas de alto valor para a organização.

2.4.2 Métodos e técnicas do programa Seis Sigma

Magnusson et al. (1999), Pande et al. (2000), and Eckes (2000) descrevem o Seis Sigma como um programa de melhoria representado pelo método "DMAIC" que em português significa "definir, medir, analisar, melhorar e controlar (D*efine, Measure, Analyze, Improve and Control*), e ainda para desenvolvimento de produto e processo representado pelo método "DMADV"que em português significa definir, medir, analisar, projetar e verificar (*Define, Measure, Analyze, Design and Verify*).

Rivera e Marovich (2001) afirmam que a metodologia "DMAIC" representa as fases fundamentais no desenvolvimento de projeto Seis Sigma. Essas etapas garantem que as empresas apliquem a técnica em uma metódica e disciplinada sequencia, bem como a correta definição e execução dos projetos e incorporação dos resultados alcançados com eles.

Para Kumi e Morrow (2006), o método DMAIC baseia-se na coleta e análise de dados por meio de técnicas e ferramentas estatísticas e de gestão, que ajudam na análise dos dados e direcionam as possíveis e melhores soluções para a causa raiz do problema. Esses autores

complementam afirmando que a teoria por trás do programa Seis Sigma baseia-se em fatos e dados o que é um fator de critico de sucesso para o programa.

Segundo Pande, Neuman e Cavanagh (2001) o modelo de melhoria do Seis Sigma (DMAIC), baseia-se no PDCA, que foi introduzido no Japão após a guerra, idealizado por Shewhart, mas divulgado e aplicado com foco na melhoria contínua por Deming, por isso ficou conhecido como ciclo de Deming. O ciclo de Deming tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão, como por exemplo, na gestão da qualidade, dividindo-a em quatro etapas principais.

O ciclo começa pelo planejamento em que se define o que , como, onde e quando se fazer (**P**DCA), em seguida a ação ou conjunto de ações planejadas são executadas (P**D**CA), checa-se o que foi feito se estava de acordo com o planejado (PD**C**A) e toma-se uma ação para eliminar ou ao menos mitigar defeitos no produto ou na execução (PDC**A**).

Apontado por vários autores como fator crítico para o sucesso do programa Seis Sigma, a abordagem sistemática, passo a passo, feita por meio da seqüência "DMAIC" (definir, medir, analisar, melhorar e controlar) deve ser seguida para guiar a equipe de projeto em busca da melhoria continua. Cada etapa do "DMAIC" tem um propósito e objetivo bem definido (ANTONY E BANUELAS, 2002):

D: fase de definição; inicia com a descrição do problema, convergindo para as características críticas para a qualidade (CTQ's), que são as variáveis que impactam diretamente na satisfação do cliente, seja este interno ou externo.

M: fase de medição; selecionam-se as saídas críticas (CTQ's), que serão foco da melhoria e as metas de desempenho. Realizar estudos para avaliar o desempenho e capabilidade atual do processo.

A: fase de análise; foca-se na análise das entradas críticas para entender a relação de causa e efeito e assim convergir para a causa raiz da variação ou dos defeitos (os X's ou entradas críticas).

I: fase de melhoria; o objetivo é reduzir a variação pelo uso de ferramentas e técnicas estatísticas e ações para eliminar a causa raiz;

C: fase de controle; evidenciar a sustentação e o resultado alcançado na fase de melhoria, bem como valorizar financeiramente os benefícios alcançados pelo projeto

As técnicas e ferramentas utilizadas no Seis Sigma não são novas ou exclusivas do programa, entretanto foram agrupadas, revisadas e disseminadas por meio de treinamento intensivo aos praticantes, de modo a obter um bom uso das mesmas. Conforme Banuelas (2004), cada fase do ciclo "DMAIC' é marcada pelo uso de técnicas e ferramentas, sendo que podem ser aplicadas em mais de uma das etapas ou ainda ter variações devido a natureza e tipo de projeto. Esse mesmo autor complementa citando algumas das principais técnicas e ferramentas, com maior utilização em cada uma das etapas do DMAIC:

D: contrato do projeto, gráfico de Pareto, mapeamento macro do processo (SIPOC), *Brainstorm,* gráfico de tendência *(run chart)*.

M: análise do sistema de medição (*gauge* R&R), capabilidade do processo, cálculo do nível sigma, gráfico de tendência *(run chart)*, mapeamento de processo, carta de controle.

A: cálculo de capabilidade, teste de hipótese, análise gráfica, causa e efeito, FMEA, delineamento de experimentos (DOE) e regressão linear.

I: análise de custo e benefício, análise de tolerância, nível sigma e capabilidade do processo.

C: gráfico de tendência (*run chart)*, análise financeira, gráfico de controle, plano de controle, dispositivo a prova de falhas e erros (*error proofing ou poka yoke).*

2.5 O programa Seis Sigma em Serviços

A qualidade em serviços é importante para as empresas que desejam diferenciar seus serviços em um ambiente de alta competitividade. O objetivo do programa Seis Sigma é melhorar a qualidade e prevenir defeitos que causam a insatisfação do cliente. Um defeito pode ser descrito como um desvio ou erro de processo que leva a diminuição da satisfação do cliente. Kotler (1997) afirma que "Clientes são escassos, e sem eles a empresa deixará de existir". O cliente deve ser o foco principal de uma organização de serviços, sendo ele que é que define qualidade. Qualquer defeito em qualidade pode levar a perda de cliente (KUMI e MORROW, 2006).

Muitas empresas de serviço ainda têm a impressão de que o Seis Sigma é somente para indústrias de manufatura. A melhor maneira de convencer tais indústrias a iniciar, desenvolver e implementar um programa de Seis Sigma está nos três princípios estatísticos que norteiam o

programa, defendidos por Hoerl and Snee (2002), e que se aplicam totalmente ao setor de serviços.

(1) Todo o trabalho acontece em um sistema de processos interconectados;

(2) Todo processo esta sujeito a variabilidade;

(3) Todo processo cria os dados que explicam a variabilidade e é nossa responsabilidade entender a origem da variabilidade e desenvolver estratégias efetivas para reduzir ou eliminar variabilidade.

Esses mesmos autores complementam que apesar de ainda limitada, a aplicação do Seis Sigma na área de serviços já apresenta resultado com sucesso comprovado em empresas de grande porte, tais como "*J P Morgan, American Express, Lloyds TSB, City Bank, Zurich Financial Services, etc*".

Para Harry (2000), a aplicação do programa Seis Sigma em serviços é mais simples que em processos de manufatura, o equívoco ocorre porque os profissionais de serviços não são acostumados a enxergar seu trabalho como uma série de processos que possuem entradas e saídas. Admitindo o conceito de processos interconectados, o produto final, ou seja, a saída desse processo pode ser algo não físico, como uma informação, um pedido, um atendimento etc.

Conforme Antony (2006), para melhorar o nível de qualidade do serviço, é imprescindível medir ou quantificar o nível de qualidade, a variação gerada pelo serviço e assim desenvolver estratégia para reduzir a variabilidade. Na área de serviços o foco do Seis Sigma não é o de contar defeitos, mas avaliar dentro do processo as oportunidades que possam vir a acarretar em defeitos. Por exemplo, considere um "Call Center em uma ligação do cliente", as oportunidades abaixo podem levar a defeitos, ocasionando insatisfação do cliente e desta forma levar a perder clientes:

- A maneira que o cliente é tratado durante a ligação;
- A acuracidade da informação provida pelo agente ou funcionário;
- O tempo de espera do cliente até tratar o assunto de seu interesse;
- O número de toques até que o cliente seja atendido;
- A acuracidade do banco de dados para tratar casos reincidentes;
- A maneira de ouvir e falar do agente ou funcionário;
- O tempo para resolver o problema do cliente;
- A maneira de encerramento do contato com o cliente; etc.

Antony (2006) complementa que objetivo da estratégia do Seis Sigma nos casos citados é entender os processos dentro do "Call Center" os quais criam os defeitos e assim desenvolver métodos de melhoria para reduzir a variabilidade e conseqüentemente a ocorrência de tais defeitos, melhorando assim a qualidade na percepção do cliente.

O foco deve ser em quatro pontos principais:

(1) Qual é a natureza do defeito que esta ocorrendo no processo?

(2) Por que estes defeitos estão ocorrendo e qual é a freqüência?

(3) Qual é o impacto do defeito no cliente?

(4) Como estes defeitos podem ser mensurados e quais estratégias e ações devem ser tomadas para prevenir sua ocorrência?

Para Gonçalves (2007), o programa Seis Sigma permite à empresa a otimização de seus serviços, além da redução de custos, serviços mais eficientes que permitem respostas mais rápidas às necessidades dos consumidores. Pesquisas mostram que quase todos os processos de serviços, como processamento de pagamentos, notas fiscais e documentos fiscais, envios, registros de recebimento, respostas para clientes, manuseio de bagagens, entre outros, tem desempenho de 3,5 sigmas com nível de defeitos na ordem de 23.000 PPM e rendimento de 97.7% (YILMAZ e CHATTERJEE, 2000).

Kumi e Morrow (2006) relatam as várias definições e interpretações dadas para o programa Seis Sigma para serviços, tais como, uma métrica de comparação, um *benchmark* de comparação, uma filosofia, um método sistemático, um símbolo estatístico, uma meta entre outras, e salientam que mais importante que a definição é o uso e beneficio que a organização tem com a aplicação do programa. Goodman and Theuerkauf (2005) insistem que diferentes aspectos do programa podem ser usados desde que tragam benefícios para a organização.

2.5.1 Método do programa Seis Sigma em Serviços

Conforme já apresentado no capitulo 2.4.2, o programa Seis Sigma também utiliza o mesmo método "*DMAIC*", assim como em manufatura, para processos de serviços. Antony (2006) detalha o uso do "*DMAIC*" especialmente para Serviços, sugerindo uma sequência de atividades em cada uma de suas etapas:

D: etapa de Definição:

- Definir o problema de forma sucinta e especifica;
- Identificar o gestor do processo principal e também das interfaces;
- Entender o problema na perspectiva do cliente;
- Mapeamento macro do problema para entender onde o problema esta situado e definir o escopo do projeto;
- Estabelecer entradas e saídas do processo e os controles existentes; estabelecer o contrato do projeto com as responsabilidades, recursos necessários, metas e objetivos do projeto e a estimativa de tempo para cumprir as etapas do DMAIC;

M: etapa de Medição:

- Determinar o desempenho atual do processo de serviços (PPM, DPMO, capabilidade de curto e longo prazo); decidir o que medir (CTQ) e como medir;
- Estabelecer um estudo (normalmente simples) do método de medição;
- Determinar a desempenho do processo de serviço comparando-o com os benchmarkings ou metas pré-estabelecidas;
- Determinar os pontos fortes, fracos, e as lacunas para (gaps) melhoria.

A: etapa de Análise:

- Entender as variáveis dos processos principais que podem levar aos defeitos;
- Entender a natureza dos dados, a distribuição e a existência de padrões de variação;
- Entender a causa raiz da variabilidade a qual leva aos defeitos e priorizar para futuras investigações;
- Descobrir a causa raiz dos defeitos existentes no processo de serviços;
- Quantificar financeiramente as oportunidades de melhoria para suportar possíveis investimentos na etapa de melhoria (improve).

I: etapa Melhoria (Improve):

- Desenvolver soluções potenciais para eliminar ou então controlar a causa raiz do defeito prevenido a re-ocorrência;
- Avaliar o impacto de cada solução potencial pelo custo e beneficio;

- Soluções que tem alto impacto para o cliente ou elevados retorno financeiro para a organização devem ser cuidadosamente examinadas para garantir a sua correta implementação, considerando o tempo e recurso necessário;
- Avaliar os riscos associados das possíveis soluções;
- Validar as melhorias (ex. redução da taxa de defeitos; nível sigma, capabilidade, anova, etc.) através de pilotos;

C: etapa de Controle:

- Desenvolver ações corretivas e preventivas para garantir a sustentabilidade dos resultados obtidos na fase de melhoria;
- Desenvolver novos padrões para assegurar ganhos em longo prazo (causas sistêmicas);
- Padronizar as ações de melhoria atualizando a documentação existente;
- Determinar a nova capabilidade do processo comparando-a com o baseline estabelecido no início do projeto;
- Identificar o dono do processo e estabelecer as novas regras de controle;
- Consolidar e divulgar as lições apreendidas no projeto;
- Confirmar os benefícios financeiros com finanças;
- Divulgar internamente o projeto;
- Reconhecer e celebrar com o time os resultados obtidos.

Algumas diferenças podem ser observadas analisando o método DMAIC proposto por Antony (2006) especificamente para serviços, com o anteriormente apresentado no capitulo 2.4.2 por Antony e Banuelas (2002), mais voltado a aplicação em manufatura:

- Na etapa de medição uma das atividades propostas é entender a conexão do problema com a visão do cliente, pois normalmente em serviços temos uma conexão de forma direta com o cliente ou consumidor do serviço. Outra diferença esta na forma de análise inicial. Em serviços é proposto um mapeamento macro do problema para entender onde o problema esta situado, sendo que em manufatura a localização do problema dentro do processo de fabricação é normalmente mais evidente.
- A etapa de medição também enfatiza em serviços a necessidade de se estabelecer um estudo do método de medição que normalmente são simples, ou

seja, o estudo tem por objetivo avaliar a qualidade das informações e não precisa necessariamente das analises tradicionais do MSA para tal. Com o uso de técnicas simples de comparação pode-se julgar que as informações que serão usadas como dados de projeto tem a qualidade necessária para seguir adiante como projeto. Também é mencionado a determinação os pontos fortes e fracos e as lacunas para (gaps) melhoria, por meio da visualização do processo como um todo, uma vez que o mapeamento do problema envolve varias áreas que participam da execução do serviço.

- A etapa de análise destaca-se em serviços a natureza a tratativa dos dados que normalmente não seguem a distribuição normal, e que são variáveis do processo que podem levar aos defeitos, colocando a necessidade de entender a distribuição e a existência de padrões de variação para entender a causa raiz que leva aos defeitos.
- A etapa de melhoria (Improve) reforça a necessidade de eliminar a causa raiz dos defeitos, prevenindo sua re-ocorrência. Salienta-se uma preocupação em avaliar os riscos associados as possíveis soluções, pois a ação prevista de melhoria pode gerar um efeito indesejado, e nesse caso a chance de conter o problema gerado é menor em serviços que em manufatura, em função da proximidade com o cliente.
- A etapa de controle menciona novos padrões para assegurar ganhos em longo prazo que esta relacionado a falta de padrões e ações comportamentais das pessoas envolvidas, neste caso chamada como causa sistêmica. Também associado às pessoas, coloca-se para identificar o dono do processo e estabelecer as novas regras de controle.

2.5.2 Uso da CTQ (característica crítica para a qualidade) em serviços

De acordo com Pande *et al*. (2001), os projetos Seis Sigma devem iniciar com a determinação dos requisitos do cliente, confrontando com as expectativas da organização, para avaliar o real desempenho, especialmente em termos de tempo de entrega, confiabilidade e satisfação de cliente.

Charkrabarty e Chuan (2009) reforçam a importância do uso das CTQs e complementam por meio de uma pesquisa feita em empresas de serviço de Singapura (250

pesquisadas da lista das 1000 melhores empresas em termos de resultados financeiros, com 50 respondentes), que as descrições de CTQs encontradas na literatura são em sua maioria voltadas a manufatura, e aquelas que se referem a serviços se limitam a hospitais e bancos. Em sua pesquisa, encontrou como CTQs de serviços, os seguintes pontos:

- Tempo de espera do cliente;
- Tempo para realização de um serviço;
- Custo de um serviço;
- Tempo para responder uma reclamação do cliente
- Acurácia e precisão ao responder um questionamento do cliente;

Em uma análise mais detalhada verificamos que as CTQs citadas tem relação direta com o desejo do cliente. Isso mostra a proximidade de serviços com o cliente final e sua importância para o bom desempenho do negócio. Em manufatura essa proximidade com o cliente final não é tão acentuada, tendo ferramentas e métodos especificamente desenvolvidos com esse propósito, como é o caso do QFD (quality *function deployment*), que desdobra os requisitos do cliente em características de desenhos e especificações de processo. Na maioria dos casos as CTQs de manufatura estão associadas a uma característica de desempenho do produto ou processo. O autor Breyfogle (2003) reforça essa afirmação, definindo CTQ como uma importante saída de um processo, e que em alguns casos se resumem a uma característica de produto, como um diâmetro, uma planicidade, uma característica elétrica, entre outros. Isso mostra o forte apelo da definição de CTQ para a manufatura.

Métricas para projetos Seis Sigma em serviços

A área de serviços tem uma proximidade maior com o cliente e na medida do possível deve utilizar métricas que tenham relação direta com o usuário do serviço. Antony (2006) sugere o uso de métricas para avaliação dos projetos Seis Sigma em serviços, tais como:

- Tempo de resposta a uma reclamação do cliente;
- Tempo de processamento de um serviço;
- Tempo de entrega ou velocidade de entrega;
- Tempo para conclusão de um processo de reclamação do cliente;
- Tempo de espera para obter um serviço;
- Confiabilidade do serviço;

- Precisão da informação dada ao cliente; entre outros.
- Custo da má qualidade, COPQ (cost of poor quality)
- Defeitos por milhão de oportunidades (DPMO);
- Nível sigma ou nível de capabilidade do processo;

Nakhai e Neves (2009) complementam com exemplos da aplicação do Seis Sigma em vários segmentos de serviços:

- Bancos: tempo de processamento, tempo de resposta, erros de preenchimento de guias em geral, número de reclamações de cliente por mês, etc.
- Saúde: proporção de erros médicos, tempo de atendimento de emergência, número de operações cirúrgicas bem sucedidas, número de diagnósticos incorretos, tempo de espera, etc.
- Financeiro: erro de pagamento, erro de preenchimento de guias e notas fiscais, erro de inventário, relatórios financeiro imprecisos, etc.
- Utilidade pública: atraso no envio de documentos, número de erros em guias, tempo de espera, etc.
- Transporte e entregas: item enviado para o destino errado, erro de endereço, erro no pedido do cliente, etc.
- Empresa de transporte: erros no manuseio de bagagem; número de erros em reservas, tempo de espera nos *check-in*, etc.

Kumi e Morrow (2006), também citam aplicações em livrarias de grande porte focando em reduzir a quantidade livros com erro de localização nas prateleiras, melhoria do processo de auto-atendimento e melhoria de desempenho de forma geral.

2.5.3 Técnicas e ferramentas do programa Seis Sigma em serviços

Charkrabarty e Chuan (2009) comparam o uso de técnicas e ferramentas aplicadas em projetos Seis Sigma de serviços, com uma pesquisa anterior feita por Antony e Banuelas (2002) em fábricas de manufatura da Inglaterra. Essa comparação pode ser visualizada na figura 2.3, onde temos dois gráficos de barras, com as proporções do uso das principais técnicas e ferramentas em manufatura e serviços.

Os autores observaram que as técnicas e ferramentas de maior conteúdo estatístico são as menos preferidas pelas organizações de serviços. Técnicas e ferramentas estatísticas como análise de regressão, delineamento de experimentos, análise de correlação entre outras não aparecem na aplicação de serviços e em contraste são muito utilizadas por projetos em manufatura. Essa análise também revela que algumas técnicas e ferramentas aparecem nas duas aplicações, porem em ordem de preferência distinta.

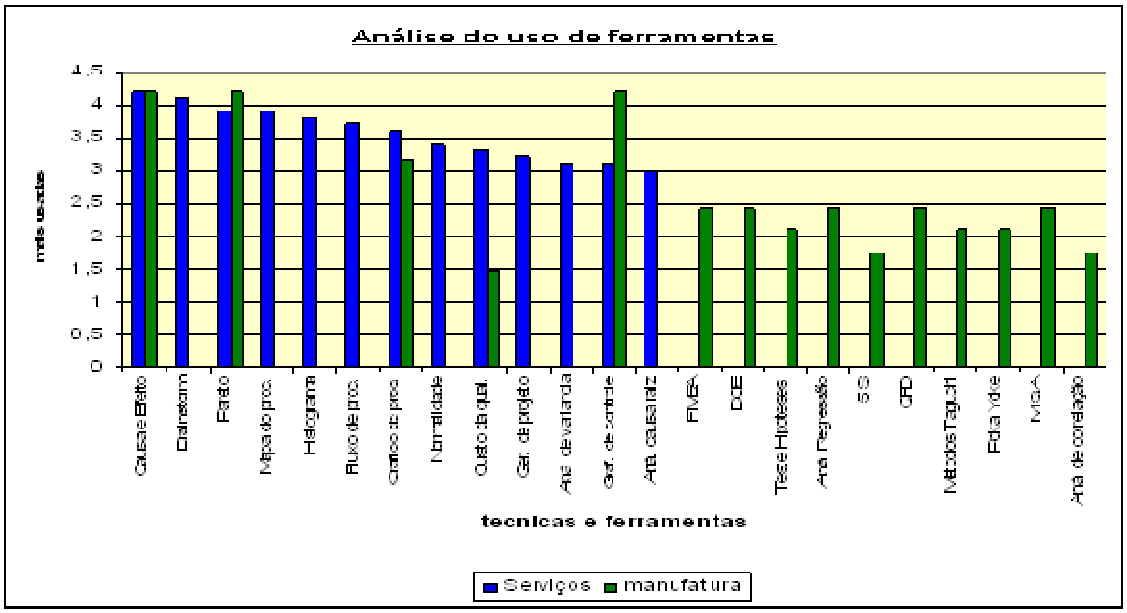

Figura 2.3: Gráfico de barras das técnicas e ferramentas mais utilizadas em projetos de Seis Sigma
Fonte: elaborado pelo autor baseado nos artigos de Charkrabarty e Chuan (2009) e Antony e Banuelas (2002).

Mesmo se tratando de ferramentas de menor conteúdo estatístico, o uso sistemático permite uma maior visualização dos processos e uma maior assertividade nas decisões. Antony (2006) afirma que as organizações estão se beneficiando pelo uso de técnicas e ferramentas básicas do Seis Sigma, citando o gráfico de Pareto, análise de causa e efeito, mapeamento de processo, carta de controle, entre outros. Isso reforça a afirmação feita por Ishikawa (1986), que dizia que as ferramentas básicas da qualidade seriam suficientes para resolver cerca de 80% dos problemas de processo e de qualidade.

2.6 Fatores críticos de sucesso para o programa Seis Sigma

Como em qualquer programa de qualidade, também para o programa Seis Sigma existem fatores críticos que determinam o sucesso ou fracasso de sua implementação. Antony e Banuelas (2002) sugerem "onze fatores críticos" para uma efetiva implementação do programa Seis Sigma, não especificando a aplicação para manufatura ou serviços, podendo assim considerar a aplicação para ambos os casos.

Comprometimento e envolvimento da alta administração:

O sucesso de uma iniciativa como o Seis Sigma requer o envolvimento da alta administração e do aprovisionamento de recursos para treinamento e implementação do programa. Sem o apoio contínuo e comprometimento da alta administração, será questionável a verdadeira importância do programa e a energia do sistema será gradativamente reduzida (PANDE et al., 2000).

Os princípios do Seis Sigma devem ser compreendidos e ensinados pelos gestores "sênior" por toda a organização. Jack Welch, o CEO da GE, teve forte influência no programa Seis Sigma e possibilitou a reestruturação dos processos de negócios mudando a atitude dos empregados sobre o Seis Sigma (HENDERSON e EVANS, 2000).

Mudança Cultural

A introdução e implementação de um programa Seis Sigma com sucesso requer uma mudança ou ajuste da cultura da organização. Os funcionários devem estar motivados para aceitar a responsabilidade pela qualidade em seus postos de trabalho. Vale lembrar que quando o Seis Sigma foi introduzido na GE, os funcionários ficaram muito resistentes diante da necessidade de aprender estatística, pois se pensava que o Seis Sigma era somente um conjunto de ferramentas estatísticas. Atualmente o Seis Sigma dentro da GE é a forma com que os funcionários fazem seu trabalho com o objetivo de se "fazer as coisas certas já na primeira vez". Assim as pessoas dentro da organização têm que conhecer e se conscientizar da necessidade de mudança (ANTONY e BANUELAS, 2002)

Esses mesmos autores complementam que empresas que tem gerenciado o processo de mudança de forma satisfatória têm atribuído como principal fator de sucesso a comunicação sustentada, a motivação e educação dos funcionários. Na mudança cultural de uma organização, normalmente acontecem dois típicos "medos" no nível do individuo: medo da mudança em si e medo de não alcançar os novos padrões. Para superar o medo, as mudanças

em qualquer seguimento industrial, as pessoas envolvidas devem entender as razões da mudança. Seria ideal um plano de comunicação que se enderece a importância do programa de Seis Sigma, e como funciona o programa em um empresa (Hendricks and Kelbaugh, 1998). É essencial reestruturar a empresa para direcionar a mudança cultural tornando o Seis Sigma parte das atividades diárias. Após a implementação de um projeto Seis Sigma é importante publicar os resultados do projeto, não se restringindo somente a história de sucesso, mas admitir e comunicar os problemas mais significativos (*roadblocks*). Isso ajudará os outros projetos que estão em andamento para evitar os problemas e aprender com esses erros.

Infra-estrutura organizacional

Alem do envolvimento e comprometimento da alta administração, existe a necessidade relativa à infra-estrutura organizacional, para suportar a introdução e manutenção de um programa de Seis Sigma. Os funcionários envolvidos no programa de Seis Sigma normalmente são geralmente bem treinados, sob rigoroso treinamento com base estatística, e lideram times para identificar, conduzir e gerenciar projetos. Em muitas empresas multinacionais (como GE, Motorola, Honeywell, etc.), a iniciativa de Seis Sigma é liderada pelo CEO ou vice-presidente, o qual é considerado o "Champion". Ainda como parte da infra-estrutura , o programa Seis Sigma também requer a presença do *sponsors* do projeto (também conhecido como *champions* em algumas organizações) que são as pessoas responsáveis pelos processos em que os projetos acontecem, e que darão a cadência aos times de projeto e negociarão/encontrarão os recursos necessários para o andamento e conclusão do projeto. Na seqüência temos a formação do *Master Black Belt, Black Belts, Green Belts* e dos outros membros do time que suportarão e apoiarão os projetos em suas áreas de atuação (HARRY e SCHROEDER, 2000).

O tempo de execução e prontidão da empresa, também é muito importante. Isso porque o Seis Sigma requer um esforço conjunto de vários recursos da organização, envolvendo a alta e média gerência, com a disponibilidade do time e dos gestores para acompanhar e apoiar o projeto.

Treinamento

É muito crítico "comunicar a razão" e "o método do programa Seis Sigma" o quanto antes, propiciando a oportunidade das pessoas aumentarem o nível de conhecimento e assim reduzirem a ansiedade diante da expectativa de mudança, por meio do treinamento

(HENDRICKS e KELBAUGH, 1998). Existe uma hierarquia de conhecimento, identificada pela infra-estrutura do programa (*Green Belt, Black Belt, Máster Black Belt*), e para cada um desses "atores do programa" existe um plano de treinamento associado. A infra-estrutura garante que todos dentro da organização estejam falando a mesma linguagem e assim a preparação e o lançamento do programa Seis Sigma acontece de forma mais estável. O currículo do sistema de faixas pode variar um pouco de organização para organização e de consultoria para consultoria, entretanto necessitam identificar as regras chave para se adequar as necessidades da empresa.

Como exemplo, o treinamento para se certificar como Black Belt na Motorola é de no mínimo um ano (treinamento e projeto). Para se certificar como Black Belt o candidato deve demonstrar o conhecimento adquirido nos treinamentos em forma de aplicação prática de um projeto (INGLE e ROE, 2001). Na GE, o tempo de treinamento é aproximadamente de 16 a 20 semanas envolvendo a parte teórica e prática.

Habilidade de gerenciamento do projeto

O Seis Sigma é um programa direcionado por projetos, sendo uma boa prática para os membros do time as habilidades de gerenciamento de projetos, e assim atender os prazos e datas, previstos durante o desenvolvimento do projeto (ANTONY e BANUELAS, 2001). Muitos projetos falham ou não atingem a expectativa inicial em função da falta de habilidade de gerenciamento, que incluem a falta de definição de regras, determinação de agendas para as reuniões, revisões sistemáticas com a alta gerencia e responsabilidades dos membros do time (ECKES, 2000).

Seleção, revisão e controle de projetos

Deve-se estabelecer um critério para a seleção e priorização de projetos, pois a escolha de projeto de baixo impacto pode não ter a devida prioridade para a organização, ocasionando atrasos em sua condução gerando frustração em seus líderes.

Pande et al. (2000) sugerem três fatores a serem considerados para seleção de projeto:

(1) Beneficio direto para o Negócio: impacto em alcançar requisitos diretos para cliente externo; impacto financeiro; impacto em vantagem competitiva.

(2) Viabilidade: disponibilidade de recursos, complexidade, escopo, etc.

(3) Impacto organizacional: beneficio expandido através da organização, geração de conhecimento, etc.

A revisão de projetos deve ser conduzida em intervalos regulares para remover os obstáculos e permitir o avanço e conclusão dos projetos. O *Champion*, representado pela alta administração e os gestores dos processos devem participar das revisões de projeto, tendo papel fundamental para entender as necessidades do time, auxiliar na remoção das barreiras e prover os recursos necessários, motivando o time de projeto.

Entender o programa Seis Sigma, as ferramentas e técnicas

Parte do treinamento de Seis Sigma consiste em tratar da essência e dos princípios do programa Seis Sigma, como por exemplo, o método DMAIC. Durante o treinamento é ensinado três grupos de técnicas e ferramentas, que são divididas em: processo de melhoria continua; técnicas de liderança e trabalho em equipe.

Em muitos projetos Seis Sigma, apenas ferramentas básicas de estatística e de qualidade são necessárias para equacionar e resolver o problema, entretanto, para grandes melhorias (*breakthrough improvements*) e mudança de patamar nos processos, ferramentas mais avançadas tais como o delineamento de experimentos (DOE), a regressão linear, análise de variância (ANOVA) podem ser necessárias.

Adicionalmente, devem existir indicadores relacionados aos requerimentos dos projetos que serão os direcionadores do projeto para avaliar o estado atual (*baseline*) e a melhoria alcançada pelo projeto. Exemplos dessas métricas incluem a taxa de defeitos, custo da qualidade, rendimento do processo individual (*throughput yield*), rendimento de uma cadeia de processos (*rolled throughput yield*), entre outros. Dados precisos e confiáveis são de fundamental importância para a correta análise de causa raiz e para suportar as decisões do time.

Conexão do Seis Sigma com a estratégia do negócio

O objetivo de qualquer empresa é ser lucrativa, sendo assim os projetos Seis Sigma buscam essa meta por meio da redução da variabilidade, que tem como conseqüência a redução da rejeição e retrabalhos, aumentando a produtividade. Os projetos devem ser direcionados pelas grandes metas da empresa e assim atuar como elemento estratégico. Para Dale (2000),o Seis Sigma não pode ser uma iniciativa isolada, e requer a aderência da filosofia como um todo, ao invés de apenas utilizar algumas ferramentas e técnicas de

melhoria continua. Os projetos devem ser escolhidos, partindo das grandes metas da organização, pois um dos diferenciais do Seis Sigma é que o os projetos estão vinculados a metas financeiras, alem das metas de qualidade, o que não é comum em outras iniciativas de qualidade. É necessário deixar claro, como os projetos e iniciativas do Seis Sigma estão conectados com os clientes, e também com os processos principais que definem a competitividade da empresa (PANDE et al., 2000).

Outro diferencial é que os resultados financeiros devem ser validados pela controladoria financeira da empresa, para assegurar a credibilidade no programa.

Conexão do Seis Sigma com o cliente

Outro elemento chave para o sucesso do Seis Sigma é a habilidade de conectar o programa com as necessidades e expectativas do cliente. Os projetos devem iniciar com determinação dos requerimentos do cliente (HARRY e SCHROEDER, 2000). Entretanto Pande et al. (2000) enfatizam que antes de atender as necessidades do cliente, deve-se entender o funcionamento da organização e as conexões com as vários atividades de negócio. Assim o processo de conexão do Seis Sigma com o cliente pode ser dividido em duas etapas principais:

(1) Identificar os processo principais; definindo as saídas chave e os seus clientes principais.

(2) Identificar e definir as necessidades e requerimentos críticos dos clientes (CTQs).

Conexão do Seis Sigma com os Recursos Humanos

As ações referentes aos "recursos humanos e comportamento desejado" devem ser consideradas como fator crítico de sucesso para alcançar o resultado esperado dos projetos e do programa Seis Sigma.

Alguns estudos apontam que 61% das empresas de alto desempenho conectam os "reconhecimentos" ao atendimento das estratégias e metas de negócio, enquanto as empresas de baixa desempenho não tem uma conexão clara entre reconhecimento e atendimento de metas (HARRY e SCHROEDER, 2000). Na GE, as promoções estão atreladas ao processo de treinamento e conclusão de projetos Seis Sigma, ou seja, dificilmente alguém é promovido sem completar essas etapas, sendo por si só um direcionador comportamental (HENDRICKS e KELBAUGH, 1998).

Conexão do Seis Sigma com os fornecedores

Muitas organizações que implementam o programa Seis Sigma constataram benefícios em estender a aplicação dos princípios do programa Seis Sigma na cadeia de fornecimento. Você não pode ser uma "Empresa Seis Sigma" sem a participação de seus fornecedores na mudança cultural (HENDRICKS e KELBAUGH, 1998). O elemento chave do sucesso para a integração dos fornecedores esta em conseguir o apoio do maior nível hierárquico da empresa do fornecedor. Como parte da filosofia do Seis Sigma, uma forma de reduzir a variabilidade é reduzir o número de fornecedores e esses terem elevados níveis de capabilidade (PANDE et al., 2000).

Banuelas (2002) pesquisou a relevância e importância dada aos fatores críticos de sucesso em empresas de manufatura de médio e grande porte na Inglaterra. Na pesquisa os principais fatores críticos de sucesso foram:

1. Comprometimento e envolvimento da alta administração.
2. Entendendo o programa Seis Sigma, as ferramentas e técnicas.
3. Conexão do Seis Sigma com a estratégia.
4. Conectando o Seis Sigma com os clientes.
5. Mudança Cultural

Charkrabarty e Chuan (2009), fizeram esse mesmo tipo de pesquisa, mas em empresas de serviços e encontraram algumas similaridades com a pesquisa de Banuelas, como "comprometimento e envolvimento da alta administração" e "mudança cultural" mostrando consistência entre as duas áreas pesquisadas. Também encontraram que para serviços os fatores críticos de sucesso "prontidão organizacional" e "foco no cliente" tiveram maior relevância, mostrando que possa ser mais especifico essa necessidade.

2.7 Síntese da revisão bibliográfica

A revisão e pesquisa bibliográfica propiciou um maior conhecimento sobre o programa Seis Sigma, e contribuiu com indicações interessantes sobre algumas das diferenças na aplicação do programa em processos de manufatura e serviços. Goodman e Theuerkauf (2005) insistem que diferentes aspectos do programa podem ser usados desde que tragam benefícios para a organização, e que a versão usada em uma organização pode ser diferente,

mas esta correta, desde que atenda a expectativa e recursos despendidos para a implantação do programa Seis Sigma.

2.7.1 Comparação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços

Entre as similaridades e diferenças identificadas na revisão bibliográfica destacamos a aplicação do método DMAIC, a conexão com o cliente por meio das características críticas para a qualidade (CTQ), o uso das técnicas e ferramentas e finalmente as dificuldades, oportunidades e benefícios da aplicação do programa Seis Sigma em serviços.

O método DMAIC

O método foi aplicado nos dois processos sem nenhuma restrição, caracterizando bem cada uma das etapas agregando valor em manufatura e serviços. Porem, no método DMAIC proposto por Antony (2006) especificamente para serviços, comparado com o apresentado no capitulo 2.4.2 por Antony e Banuelas (2002) mais voltado à aplicação em manufatura, encontramos algumas diferenças sucintas em quase todas as etapas. Na etapa de medição (M) verificou-se a dificuldade de acesso ou mesmo escassez de dados confiáveis em serviços. Na etapa de análise (A) verificou-se que o tratamento e tipo de dados em serviços normalmente não seguem a distribuição normal e são do tipo atributivo tratando de defeitos ou defeituosos. A etapa de melhoria (I) evidencia uma preocupação maior em serviços para avaliar os riscos associados as possíveis soluções, pois devido a proximidade com o cliente, aumenta-se o risco de que efeitos indesejados cheguem a ele. Finalmente na fase de controle (C), verifica-se com maior ênfase em serviços a necessidade de novos padrões para assegurar ganhos em longo prazo, relacionado ações comportamentais das pessoas envolvidas, neste caso chamada como causa sistêmica. Também associado a resistência e gestão de mudanças, reforça-se em serviços a necessidade de identificar o dono do processo e estabelecer as novas regras de controle.

Conexão com o cliente - CTQ

Na análise do uso da CTQ, identificou-se outra diferença pelo trabalho realizado por Charkrabarty & Chuan (2009), que pesquisaram o uso das *CTQs* e dos fatores críticos de sucesso. Esses autores observam uma maior proximidade com os clientes em serviços, tendo as *CTQs* uma relação direta com a satisfação do usuário final. Já em manufatura essa conexão

não é tão acentuada, e em muitos casos é necessário métodos e técnicas de desdobramento, para entender a real necessidade do cliente, e normalmente convergem para especificações, normas e características de desenhos. Charkrabarty e Chuan (2009), complementam que o fator crítico de sucesso "prontidão organizacional e foco no cliente" tem maior ênfase em serviços. Isso também pode ser explicado pela proximidade de serviços com o usuário ou cliente final, onde suas expectativas ficam explicitas de forma natural, facilitando o entendimento da *CTQ*, para que possa ser explorada e atendida.

O uso das técnicas e ferramentas

A revisão bibliográfica também permitiu a visualização das técnicas e ferramentas mais utilizadas em serviços e comparando com manufatura vimos que existe a preferência em serviços pelas técnicas e ferramentas de menor conteúdo estatístico. Isso reforça a tese de que em serviços a aplicação do programa Seis Sigma tem menor complexidade, não necessitando das ferramentas e métodos estatísticos mais complexos (HARRY, 2000; GONÇALVES, 2004).

Kumar, Strandlund e Thomas (2008) mencionam o uso de dispositivos a prova de erros em processos de serviços, como possível aplicação para prevenir erros que levam a defeitos.

Dificuldade, oportunidades e benefícios do programa Seis Sigma em serviços

Vários autores abordam as dificuldades para implementar o programa Seis Sigma em empresas de serviços. Hensley e Dobie, (2005) citam como dificuldades relevantes a "disponibilidade e confiabilidade dos dados", a "disponibilidade de tempo", a "dificuldade para identificar os parâmetros de processo" e a "complexidade do programa". Nakhai e Neves (2009) citam a importância de conectar o programa Seis Sigma com a satisfação do cliente e que a literatura enfatiza a proximidade de serviços com o cliente, entretanto coloca a dificuldade de mensurar a satisfação do cliente de forma efetiva, e afirma que poucas são as análises sobre o real significado da satisfação e expectativa do cliente, ressaltando a necessidade de aprofundamento de como acontece o julgamento de qualidade em serviços.

Apesar das dificuldades, vários são os benefícios que o programa Seis Sigma pode oferecer para indústrias de serviços (GEORGE, 2004; ANTONY, 2004):

- Decisões gerenciais feitas por meio de análise de dados.
- Aumentar o conhecimento das expectativas e necessidades do cliente final, conhecendo e especificando melhor as CTQs.

- Operações internas mais eficientes e confiáveis, podendo conduzir a menor custo operacional possibilitando ganho de Mercado, aumento de receita e maior satisfação dos acionistas.
- Solução de problemas por meio de técnicas e ferramentas, melhorando a satisfação do empregado com seu trabalho e conseqüente redução dos custos da má qualidade;
- Melhoria consistente no nível do serviço por meio da redução da variabilidade nos processos de serviço;
- Transformação da cultura organizacional de pró- ativa para pré-ativa, isto é, em vez da empresa se preocupar em consertar os erros, passará a preveni-los;
- Aumentar e melhorar as atividades e trabalhos em equipe por toda a organização.
- Ajuda a empresa a reconhecer oportunidades e eliminar defeitos definidos por seus clientes;
- Auxilia a empresa a reconhecer que a variação prejudica a capacidade da empresa em oferecer serviços de alta qualidade de forma confiável;

Kumi e Morrow (2006) mostram por meio de pesquisa que a maioria dos processos de serviços, como processamento de pagamentos, notas fiscais e documentos fiscais, envios, registros de recebimento, respostas para clientes, manuseio de bagagens, entre outros, tem desempenho entre 2 e 4 sigmas, e que para aumentar o nível sigma é particularmente difícil em serviços, devido a alta interação com pessoas. Porem enfatizam que em processos de serviços a ênfase do programa deve ser na filosofia do Seis Sigma e não somente no nível sigma. Apesar dessa dificuldade apontada, a literatura revisada coloca que a implantação do programa Seis Sigma em um processo de serviço pode representar uma vantagem competitiva perante a concorrência. Ao melhoramos o nível dois sigma (2σ) ou três sigmas (3σ) para um nível quatro sigma (4σ), a taxa de defeitos cairá drasticamente e o rendimento aumentará significativamente (YILMAZ e CHATTERJEE, 2000). Isso muito provavelmente trará resultados financeiros significativos para qualquer organização, pois a redução de defeitos e a redução de reclamação tendem a aumentar a satisfação e fidelidade do cliente. Kumi e Morrow (2006) complementam afirmando que quanto mais consistente é o processo, menor a chance de ocorrerem defeitos, mas salientam a dificuldade pela alta interação com pessoas, que caracterizam a maioria das atividades em serviços.

3. ANÁLISE DE PROJETOS SEIS SIGMA

Este capítulo descreve uma análise exploratória documental retrospectiva de projetos Seis Sigma vivenciados pelo autor da dissertação, em uma empresa de grande porte na qual participou da implementação do programa Seis Sigma, atuando na função de *Black Belt* por um ano e posteriormente como *Master Black Belt* durante cinco anos. São quatro projetos pesquisados e analisados sendo dois projetos na área de manufatura e dois na área de serviços. Segundo Roesch (1999), as investigações exploratórias são bastante adequadas em situações como esta, nas quais o projeto envolve temas ainda pouco estudados. Elas têm por objetivos definir melhor o problema de pesquisa, proporcionar considerações em direção à solução, definir e classificar fatos e variáveis. Gil (2002) ressalta a importância das análises exploratórias para a evolução do tema de pesquisa, com vista a torná-lo mais explícito e a construir hipóteses.

A presente análise foi feita com acesso praticamente irrestrito às fontes de dados da empresa estudada, pois o autor coordenou a execução dos projetos na função de *Black Belt e Master Black Belt* e possui o banco de dados, arquivos e relatórios feitos por ocasião da execução dos projetos. Mazzotti e Gewandszajder (2000) citam a importância das fontes documentais, ressaltando que se deve considerar como documento qualquer registro escrito que possa ser utilizado como fonte de informação, tais como atas de reunião, relatórios, arquivos e pareceres.

3.1 Caracterização da empresa

A empresa onde os projetos se desenvolveram é de grande porte, tem presença global em todos os continentes, e no Brasil conta com onze unidades produtivas, somando aproximadamente 10.000 colaboradores. A empresa é do setor de manufatura, fornecedora de autopeças, líder de eletrônica da mobilidade e sistemas de transporte.

O programa Seis Sigma faz parte da estratégia da empresa, sendo utilizado para reduzir variação nos processos e auxiliar os gestores das áreas a atingirem as metas definidas no seu plano de negócios. A visão da empresa é “ser reconhecido pelos seus clientes como o seu melhor fornecedor” e assim o Seis Sigma é estratégico para buscar a excelência em termos de produtos e serviços.

O programa foi implementado de forma coorporativa em parceria com uma consultoria americana (*Advanced Integrated Technologies Group* - AIT), que fez o treinamento da liderança regional da America do Sul, criando a estrutura organizacional para suportar a gestão do Seis Sigma. Esse treinamento foi realizado com duração de oito horas. A partir do treinamento foram escolhidas nas fabricas os projetos potenciais e os candidatos a *Black Belts* que seriam treinados pela consultoria. O treinamento dos *Black Belts* consistiu em aplicação de teoria por quarenta horas (uma semana) e outras três semanas de pratica em projeto. Esse ciclo se repetiu por quatro vezes totalizando quatro semanas de treinamento executado pela consultoria. Os projetos foram monitorados pela consultoria em conjunto com os gestores da empresa até a conclusão e formação dos primeiros *Black Belts.* Com uma seleção interna criou-se a vaga para *Master Black Belt,* que foi escolhido entre os *Black Belts* graduados. A graduação para *Master Black Belt* foi feita com outra consultoria americana (*Air Academy Associates*), e esse modelo é seguido para todas as unidades ao redor do mundo para assegurar uma maior uniformidade nos critérios de certificação da empresa.

Com a formação dos primeiros *Master Black Belts*, os treinamentos para continuação do programa foram assumidos localmente, sem a necessidade de participação da consultoria externa. O treinamento tem a seguinte configuração:

- *Green Belts:* 5 dias de treinamento ministrado pelo *Black Belt ou Master Black Belt.*
- *Black Be*lts: 4 semanas de treinamento, ministrado pelos *Master Black Belts*.
- *Master Black Belt*: 2 semanas de treinamento e com experiência mínima como *Black Belt* em 05 projetos. O treinamento e certificação é feito pela Air Academy Associates-Colorado-USA.

A empresa possui um bom histórico de utilização do Seis Sigma com a formação de 9 *Master Black Belt*s (período de 2002 – 2008), 90 *Black Belts* e 545 e *Green Belts* somando um retorno financeiro de US$ 54 milhões.

3.2 Descrição dos projetos Seis Sigma

Este capitulo descreve de forma sucinta, quatro projetos sendo dois na área de manufatura e dois na área administrativa de apoio, que nesta dissertação consideramos como similares à aplicação em serviços.

3.2.1 Projeto número 1: redução de sucata

Este projeto foi desenvolvido na área de manufatura e tinha como objetivo a redução da sucata na linha de empastamento de placas automotivas. Essa aplicação do programa Seis Sigma é típica de manufatura e o autor da dissertação participou atuando como líder de projeto (*Black Belt*). O projeto seguiu as etapas do DMAIC conforme descrito a seguir:

Etapa de Definição

Nesta etapa ocorreu a formação da equipe de projeto e a definição inicial do escopo do projeto. Para isso foi usado um mapa do processo mais macro envolvendo os fornecedores, as entradas, o processo principal do projeto, as saídas e os clientes. Esse mapa é conhecido no pelos praticantes do seis sigma como *SIPOC* (supplier, inputs, process, output and customer). Com uma coleta de inicial de dados e com o uso do gráfico de Pareto, foram priorizadas três saídas críticas e definido o foco do projeto na linha de fabricação de placas negativa. A base de referencia para aplicar a meta do projeto foi feita com o uso do gráfico de tendências, considerando dois meses retroativos ao inicio do projeto para o cálculo da rejeição média. Com a rejeição média definida, foi estabelecido e acordado no contrato do projeto o objetivo de 30% de melhoria como meta para a equipe de projeto. Em uma segunda estratificação dos dados, novamente com o gráfico de Pareto, foram definindo três CTQ's para serem estudadas dentro do projeto, sendo borda soltando, sem papel e falta de pasta. Esses três defeitos representavam 62% de toda a rejeição na linha de fabricação de placas automotivas negativa. Por meio do mapa de processo definiu-se o escopo do projeto envolvendo doze máquinas.

Técnicas e ferramentas utilizadas: contrato; *SIPOC,* gráfico de Pareto, gráfico de tendências e mapa do processo.

Etapa de medição

O mapa do processo oriundo da etapa de definição guiou a equipe para a análise do sistema de medição (MSA) com o uso da ferramenta de R&R (repetitividade e reprodutibilidade). Com o sistema de medição validado pela equipe, foi calculado a capabilidade, normalidade e nível sigma do processo. Também foi avaliado a estabilidade do processo por meio de uma carta de controle X barra e R.

Técnicas e ferramentas utilizadas: SIPOC, mapa do processo, análise do sistema de medição (R&R), capabilidade do processo, análise de normalidade, nível sigma e carta de controle X barra - R.

Etapa de Análise

Com o uso de análise multivariada, a equipe do projeto concluiu que a maior família de variação era de bobina para bobina, onde se observou a mudança de média quando ocorria a troca de bobina. Essa foi uma das causas principais da variabilidade identificada no processo. A análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA), de todas as entradas críticas identificadas no mapa de processo possibilitou ações de prevenção e correção de falhas potenciais que elevaram a confiabilidade do processo. A identificação e validação das causas foi feita por meio de teste de hipóteses e delineamento de experimentos (DOE).

Técnicas e ferramentas utilizadas: mapa do processo, análise multivariada, análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA), teste de hipóteses e delineamento de experimentos (DOE).

Fase de Melhoria (improve)

Com as causas identificadas na fase de análise, e com o uso da matriz de impacto, a equipe de projeto iniciou a avaliação e priorização das ações com maior impacto e menor custo de implantação.

As ações corretivas de maior impacto no projeto foram: substituição do fuso da máquina de expansão; colocação de sensor para detecção de falta de pasta, sensor para detecção de quebra de papel e a redução do reservatório de excesso de pasta.

O teste de hipótese foi aplicado para validar a mudança de patamar (percentual antes e depois) da aplicação da ação corretiva de quebra de papel e o delineamento de experimento (DOE) foi aplicado para otimizar a regulagem da máquina de expansão da grade. A análise de capabilidade avaliou a eficácia das ações implementadas.

Técnicas e ferramentas utilizadas: matriz de impacto, teste de hipóteses, delineamento de experimentos e capabilidade do processo.

Etapa de Controle

A equipe de projeto padronizou as ações de melhoria no plano de controle fixando as variáveis e os novos procedimentos instituídos. O acompanhamento do resultado de rejeição pode ser evidenciado com o gráfico de tendência mostrado na figura 3.1. Esse gráfico mostra uma redução no percentual de rejeição da linha positiva e de pasta dura, após as ações implementadas na etapa de melhoria (*Improve*), que ocorreu no mês de novembro. Esse acompanhamento foi feito por três meses e o benefício financeiro foi validado por finanças.

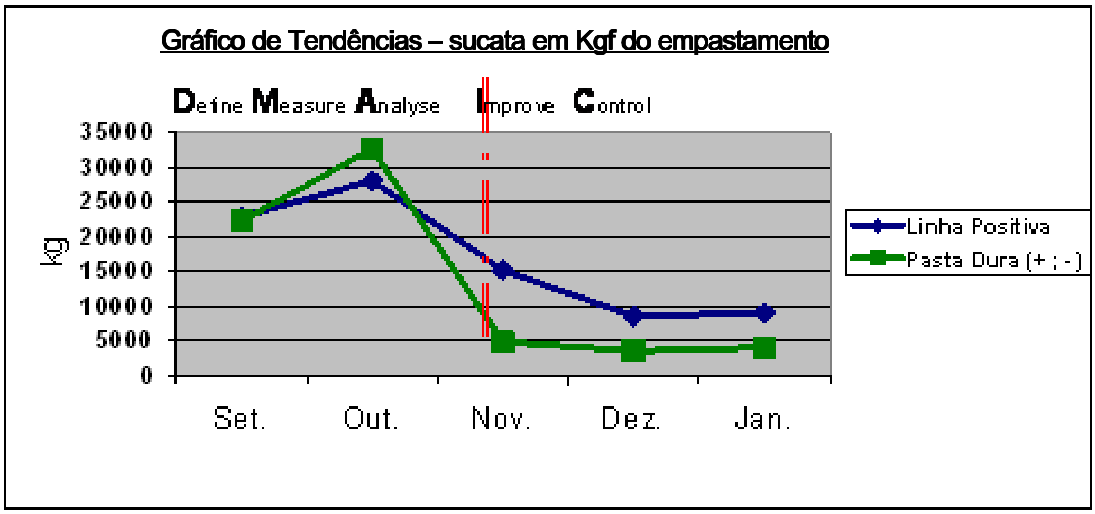

Figura 3.1: Gráfico de tendência de sucata no empastamento de placas negativas

Fonte: Projeto do autor como *Black Belt*

Técnicas e ferramentas utilizadas: plano de controle, gráfico de tendência, carta de controle X-barra-R e planilha de análise financeira.

Tempo para execução do projeto: 05 meses

3.2.2 Projeto número 2: redução de reclamação do cliente

Este projeto foi desenvolvido na área de manufatura e tinha como objetivo a melhoria de qualidade na fabricação do coletor de admissão. Tratava-se de um desenvolvimento em fase final de lançamento do produto no mercado, e que apresentou problema em duas CTQs importantes ao cliente, que causaram sua preocupação e insatisfação: características de força para extração dos insertos com variação abaixo do limite mínimo; e dimensional de interface de montagem com desvio de posição que dificultava a montagem no motor do veiculo.

O projeto tinha como meta inicial a redução de 95% dos índices de reclamação do cliente e o autor da dissertação participou do projeto como mentor *(Master Black Belt*). O projeto seguiu as etapas do DMAIC conforme descrito a seguir:

Etapa de Definição

Os trabalhos iniciaram com a definição de uma equipe multifuncional que incluiu alem dos colaboradores da empresa, o fornecedor do processo de injeção do coletor de admissão. O cliente montadora também estava envolvido, pois se tratava de uma mudança de tecnologia para o produto final, e estava em fase de pré-produção. Grande parte dos problemas simples e emergenciais já tinham sido corrigidos, e com o uso da ferramenta *SIPOC* (*supplier, inputs, process, output and customer*) foi definido o escopo do projeto. Com o gráfico de Pareto, duas características de difícil solução foram identificadas e definidas como CTQs e foco do projeto seis sigma: baixa capabilidade de força de extração do inserto roscado e posição dos insertos BR6 e BR7 estavam fora de coordenada (interface de montagem do coletor com o motor). A meta de reduzir em 95% a reclamação do cliente era bastante arrojada, porem necessária para re-estabelecer a confiança do cliente final.

O mapeamento do processo foi executado com foco nas duas etapas em que os modos de falha aconteciam, ou seja, na injeção de plástico onde era processado o coletor de admissão e gerava a posição das coordenadas dos insertos e na montagem dos insertos roscados, onde ocorria o travamento do inserto no coletor plástico. A equipe de projeto iniciou um gráfico de tendências para acompanhar o desempenho do projeto e estabeleceu a base de referência que foi usada para aplicar a meta do projeto. O detalhamento das entradas do mapa do processo foi feito com auxilio de especialistas nas duas etapas do processo analisados.

Técnicas e ferramentas utilizadas: contrato; *SIPOC*, gráfico de Pareto, mapa do processo e gráfico de tendências.

Etapa de Medição

A equipe verificou o sistema de medição por meio do estudo de repetitividade e reprodutibilidade (R&R) e validou as medições feitas no processo. Também a capabilidade, a normalidade, o nível sigma e a estabilidade do processo foram avaliados. Para o problema de posição dos insertos, a conclusão foi que o processo tinha baixa variabilidade, porem apresentava desvio da média. Para o modo de falha de baixa extração dos insertos, também se verificou o sistema de medição de força e avaliou-se a capabilidade do processo.

Técnicas e ferramentas utilizadas: análise do sistema de medição (R&R), capabilidade do processo, análise de normalidade, nível sigma e carta de controle X-barra e R.

Etapa de Análise

Partindo dos fatores críticos identificados no mapa do processo, o time expandiu a análise com o uso da ferramenta de causa e efeito, convergindo para três variáveis críticas no processo de injeção, para o problema de posição do inserto: tempo de recalque, tempo de resfriamento e temperatura do molde. A decisão do time foi avaliar os efeitos principais e interações de cada uma dessas variáveis, com o uso do delineamento de experimentos (DOE).

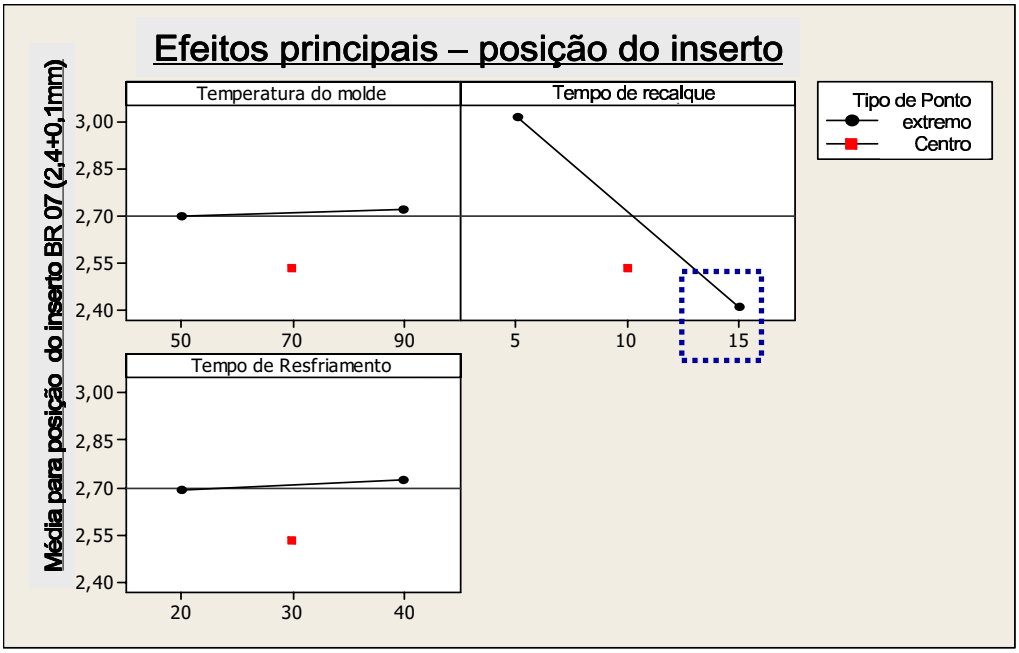

Figura 3.2: Análise dos efeitos principais para os fatores do DOE
Fonte: Projeto com participação do autor como MBB

O delineamento de experimento mostrou que o tempo de recalque era o fator que determinava a posição final do inserto, porém para corrigir a posição seria necessário aumentar o tempo de recalque próximo de 15 segundos, o que conseqüentemente aumentaria o tempo de ciclo em uma operação de maior ciclo de fabricação (gargalo de produção).

Para o problema de baixa força de extração do inserto, com o uso do teste de hipótese a equipe conseguiu eliminar vários fatores que se julgavam importantes, e por meio de técnica de regressão linear determinou-se a correlação entre o diâmetro do coletor e a força de extração, definindo assim uma dimensão para garantir que a especificação fosse atendida. Finalmente com o método FMEA foi possível organizar todas as informações que o time aprendeu durante a etapas do projeto e alem das ações de correção, também foi possível determinar e priorizar várias ações de prevenção, para minimizar o risco de ocorrência dos problemas.

Técnicas e ferramentas utilizadas: mapa do processo, diagrama de causa e efeito, delineamento de experimentos (DOE), teste de hipóteses, regressão linear e análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA).

Etapa de Melhoria (Improve)

A análise para a posição do inserto mostrou que a ação sobre o processo (tempo de recalque) aumentava o tempo de ciclo de fabricação, e que na fase de medição do projeto foi evidenciado que o processo tinha boa estabilidade, com bom nível de capabilidade potencial (Cp) porem com desvio de média (baixo valor de Cpk). Com o uso da matriz de solução de problemas, a decisão foi fazer um ajuste no ferramental compensando a diferença na posição. O ajuste foi realizado e o resultado foi considerado satisfatório atingindo agora um elevado nível de capabilidade (Cpk de 1,70 e 1,71). O time também provou a partir de um teste de hipóteses a efetividade da modificação do ferramental para a mudança de média.

Para o problema de baixa força de extração, foi executada a correção do molde colocando mais interferência na montagem dos insertos. Também foi utilizado o delineamento de experimento para conseguir a melhor regulagem da operação de colocação dos insertos, avaliando a melhor relação entre o tempo de inserção, a temperatura do inserto e o tempo de resfriamento (esses fatores foram apontados como críticos no mapeamento do processo). Com essas ações implementadas, melhorou significativamente a repetitividade do processo, atingindo elevados índices de capabilidade (Cpk de 5,13 e 5,43). Outras ações de melhoria foram priorizadas com a matriz de impacto.

Técnicas e ferramentas utilizadas: matriz de solução de problemas, teste de hipóteses, delineamento de experimentos, capabilidade do processo, mapa do processo e matriz de impacto

Etapa de Controle

O resultado final do projeto excedeu a expectativa inicial de melhoria que era de 95% atingindo 100% de melhoria, sendo validado e monitorado por três meses com um gráfico de tendência. A confiança e satisfação do cliente foi re-estabelecida, sendo que outros negócios foram adquiridos com esse mesmo cliente. O plano de controle foi atualizado com as ações de melhoria e uma carta de controle X-barra e R foi implementada no processo de injeção plástica.

Técnicas e ferramentas utilizadas: carta de controle de X-barra e R, gráfico de tendência, plano de controle e planilha de análise financeira.

Tempo para execução do projeto: 09 meses

3.2.3 Projeto número 3: redução do nível de inventário

Este projeto foi desenvolvido no setor de *aftermarket* da empresa, e tinha como objetivo a redução do valor de inventário (físico e monetário). Essa aplicação em serviços teve a meta inicial de 30% de redução do valor de inventário de peças de reposição, sem prejudicar as vendas. O autor da dissertação participou do projeto como mentor *(Master Black Belt*). O projeto seguiu as etapas do DMAIC conforme descrito a seguir:

Etapa de Definição

A equipe foi definida tendo participação de pessoas de vários departamentos que tinham relação na formação do inventário. As metas e o escopo do projeto foram formalizadas com a gerência do Aftermarket com objetivo de reduzir o inventário de peças para o mercado de reposição em seiscentos mil reais, sem afetar a perda de vendas por falta de peças. Para isso foram utilizados o *SIPOC* e o gráfico de Pareto. Na análise inicial do problema, o líder do time fez uma estratificação dos dados do sistema, dividindo o valor monetário total do inventário em três categorias (A, B e C), em função do giro do produto em vendas mensais, e ainda em produtos novos (N) com menos de seis meses de exposição em campo. Os dados foram organizados por meio do gráfico de Pareto, e o time decidiu focar na curva C que representava 45% do total do valor do inventário e também nos produtos novos (N) com 21% de representação no inventário. Com a decisão de focar na curva C e na curva N que juntas totalizavam 66% do valor do inventário, foi necessário rever a meta inicial aumentando para 50% de redução do valor de inventário das curvas C e N, para corresponder a meta inicial de 30%. Essa análise tomou como amostra quatro meses de exposição, que foi colocada em um gráfico de tendências para facilitar a visualização e definição a base de referencia do projeto. Com a base de referencia definida, foi aplicada a nova meta de 50% de redução do valor monetário do inventário.

Uma segunda estratificação dos dados da curva C mostrou que 313 itens representavam 70% do valor monetário total de inventário. Assim foi possível reduzir o escopo do projeto focando em um número menor de itens sem afetar significativamente o resultado, totalizando 313 itens, de um total de 1568 itens como mostra a figura 3.3.

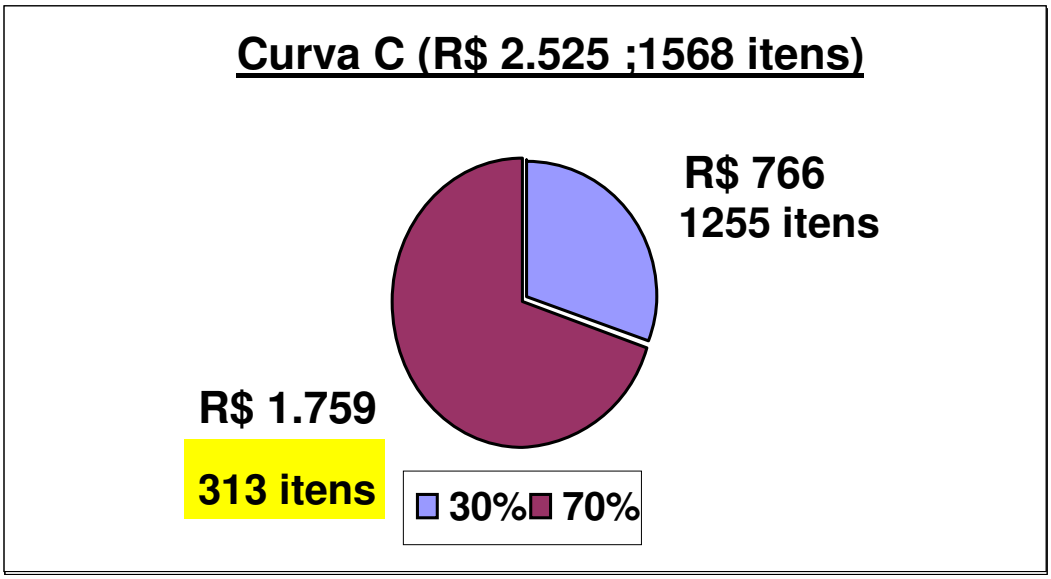

Figura 3.3: Gráfico de pizza do valor de inventário da Curva C
Fonte: projeto com participação do autor como MBB

Técnicas e ferramentas utilizadas: contrato, *SIPOC*, gráfico de Pareto, gráfico de pizza e gráfico de tendência.

Etapa de Medição

O time de projeto iniciou o mapeamento do processo de formação do inventário, que envolvia vários departamentos. Foram feitos dois mapas, um para o processo de formação da curva C e outro para produtos novos (curva N). As áreas que interagiam na formação do inventário (Marketing, Compras, Planejamento-PC&L e Vendas) participaram do mapeamento do processo, contribuindo com detalhes importantes. Ao longo do mapeamento foi possível identificar lacunas e práticas não padronizadas entre as áreas que eram importantes para o bom desempenho do processo. As oportunidades foram anotadas em um quadro chamado de estacionamento de oportunidades, e posteriormente analisadas com auxilio da matriz de impacto.

A figura 3.4 mostra a inter-relação dos departamentos e atividades. Em vermelho estão as entradas importantes para o controle do inventário. A gestão visual do mapa facilitou e propiciou a visualização de todo o processo, mostrando lacunas e pontos vulneráveis ao longo das atividades e etapas de formação do inventário, abrindo possibilidades de melhoria em todo o fluxo. A qualidade das informações foi questionada e verificações físicas de

quantidade de peças contra o valor do sistema foram checadas para assegurar a confiança nos dados e nas decisões.

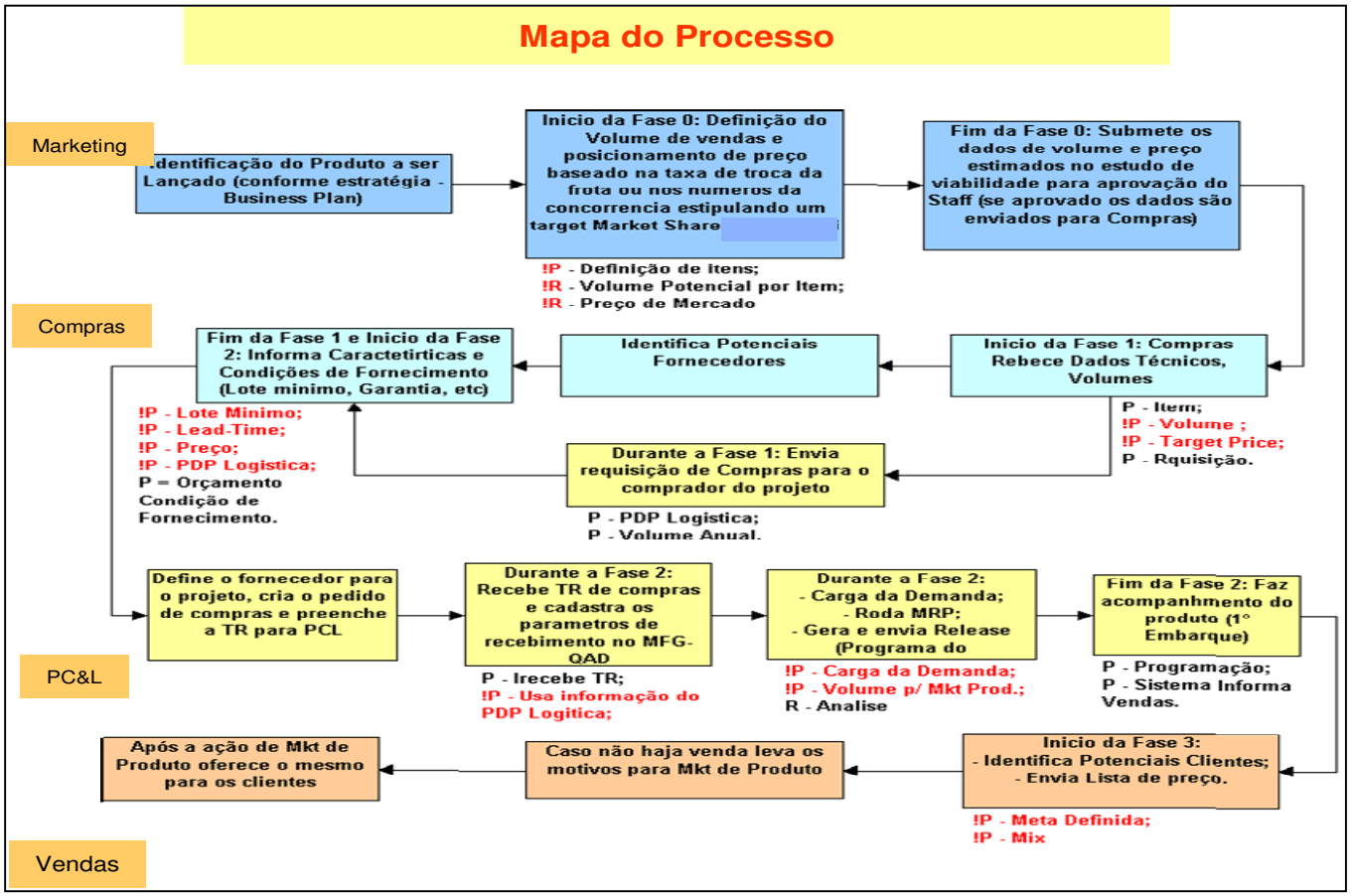

Figura 3.4: Mapa do processo de inventário (curva N)
Fonte: projeto com participação do autor como MBB

Ainda nessa etapa a equipe iniciou uma coleta de dados para entender a variação de demanda de alguns dos itens de maior valor monetário, e usou uma carta de controle para monitoramento.

Técnicas e ferramentas utilizadas: mapa do processo, estacionamento de oportunidades, matriz de impacto, estudo adaptado do sistema de medição e carta de controle.

Etapa de análise

Os 313 itens foram divididos em 10 grandes famílias de produto e as análises das causas foram realizadas buscando os eventos e fatos relacionados ao aumento do inventário. Por meio do mapa do processo avaliou-se onde e como aconteciam as falhas e gráficos de tendência foram usados para analisar os dados e visualizar as causas que explicavam os eventos especiais. Algumas dessas causas também foram analisadas com o diagrama de causa e efeito. Todo o processo descrito no mapa foi revisto por meio do método de análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA), com objetivo de fazer uma avaliação mais ampla e preventiva, sendo que esse método identificou potenciais de falha que não tinham sido levantados durante as etapas anteriores do projeto.

Técnicas e ferramentas utilizadas: mapa do processo, gráfico de tendência, diagrama de causa e efeito e análise dos modos de falha e seus efeitos(FMEA).

Etapa de Melhoria (Improve)

Com auxilio da matriz de impacto a equipe priorizou as ações para reduzir os níveis de estoque dos produtos com baixa demanda. Ações preventivas foram tomadas com base na análise feita pelo FMEA, visando evitar a re-ocorrência de problemas e prevenir potenciais de falha. As ações basicamente se concentraram em criar campanhas de marketing para desovar os itens de baixa demanda, melhorar a comunicação entre os departamentos, criar procedimentos das boas práticas incluindo na sistemática oficial de trabalho, e ainda um sistema a prova de erro foi implementado no sistema MRP para evitar a compra com múltiplos de compra maior que a demanda média. Cartas de controle foram usadas para monitorar o efeito das ações.

Técnicas e ferramentas utilizadas: matriz de impacto, análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) e carta de controle por atributos (P, NP), dispositivo a prova de erro (error proofing ou poka yoke).

Etapa de Controle

Na etapa de controle avaliou-se a eficácia das ações tomadas, no sentido de correção e prevenção e evidenciou uma redução total de 22% nos níveis de inventário, contra uma meta inicial de 30%. Foi considerado um resultado satisfatório, pois as ações estavam surtindo efeito de forma consistente, mostrando uma tendência de diminuir o inventário com o passar do tempo. Assim o gestor da área aprovou a conclusão do projeto e as ações de melhoria

foram consolidadas nos procedimentos operacionais. O resultado financeiro do projeto ajudou o fluxo de caixa, sendo valorizado e aprovado pelo departamento de controladoria.

Técnicas e ferramentas utilizadas: gráfico de tendência, procedimentos, instruções de trabalho e planilha de análise financeira.

Tempo para execução do projeto: 11 meses

3.2.4 Projeto número 4: processo de nacionalização de componentes

Este projeto foi desenvolvido no departamento de compras (serviços) que devido ao alto custo com a aquisição de importação, necessitava criar uma nova sistemática para a localização de itens importados, mantendo o mesmo nível de qualidade dos fornecedores atuais. Assim o objetivo para o projeto Seis Sigma liderado pela área de compras era estabelecer um processo de localização e validar esse fluxo por meio de um caso prático.

O autor da dissertação participou do projeto como mentor *(Master Black Belt*). O projeto seguiu as etapas do DMAIC conforme descrito a seguir:

Etapa de definição

Nesta etapa aconteceu a formação do time de projeto e a primeira atividade foi realizar um workshop envolvendo várias áreas (engenharia de produto, manufatura, qualidade e compras), para em conjunto analisar os itens importados de maior impacto financeiro e também a viabilidade técnica de localização. O valor monetário foi ponderado pelo volume anual, e com auxilio da matriz de impacto e do gráfico de Pareto foi possível visualizar os itens mais significativos, totalizando dezenove iniciativas factíveis. Algumas iniciativas tinham retorno financeiro previamente estimado com cotação de fabricação no mercado brasileiro, e assim alinhado com o objetivo do projeto foram escolhidas para validar o novo fluxo de nacionalização de componentes. O escopo do projeto também foi definido com auxilio da ferramenta SIPOC.

Técnicas e ferramentas utilizadas: contrato; matriz de impacto, gráfico de Pareto e *SIPOC*.

Etapa de medição

A equipe de projeto iniciou uma busca por informações sobre os últimos itens nacionalizados para caracterizar e referenciar o estado atual para o projeto (*baseline*) e encontraram grande dificuldade na coleta desses dados, pois não havia uma forma padronizada para os registros. Foi elaborado uma lista de verificação com itens referentes aos indicadores de desempenho de compras, manufatura e qualidade e buscaram nos registros, os dados desses processos de desenvolvimento, conforme mostra a tabela 3.1. Esses dados foram usados para avaliar o sistema de medição entre compras, manufatura e qualidade. A equipe também usou cartas de controle para verificar o nível de qualidade das peças importadas e comparou com nível de qualidade de peças nacionais que eram similares.

Tabela 3.1: Indicadores de desempenho
Fonte: projeto com participação do autor como MBB

Área	Indicador de desempenho do novo fornecedor	Abaixo do objetivo	Atingiu o objetivo
Compras	Ganho financeiro por peça		
	Prazo de entrega a partir da pedido		
	Resultado por fornecedor para compras		
Manufatura	Parada de linha por problema de entrega de peças		
	Parada de linha por mistura de peças		
	Parada de linha por problema de qualidade		
	Resultado por fornecedor para manufatura		
Qualidade	Problema de qualidade Maior na linha de produção (TOP 5)		
	Problema de resposta nas reclamações de qualidade		
	Problema de qualidade do fornecedor passou para o cliente final.		
	Resultado por fornecedor para Qualidade		

Em conjunto com as áreas que interagiam nesse processo, iniciou-se um mapeamento do fluxo de localização de peças importadas que representavam o estado atual. Com a visualização do mapa e com os dados coletados, observaram que o modelo usado não previa varias etapas importantes para assegurar um processo confiável e ao mesmo tempo ágil para a mudança de fornecedor. Os problemas encontrados antes, durante e principalmente depois da validação dos novos fornecedores, tais como a falta de informações, falta de padronização das atividades entre os compradores e falta de padronização dos registros também foram considerados para a análise do fluxo existente.

O resultado da análise de 15 processos retroativos de nacionalização, considerando os indicadores de desempenho para cada área é mostrado na figura 3.5, e demonstra claramente que as áreas não estavam alinhadas e tinham objetivos distintos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Compras															
Manufatura															
Qualidade															

Figura 3.5: Resultado da avaliação de 15 processos de localização de fornecedores
Fonte: projeto com participação do autor como MBB

Técnicas e ferramentas utilizadas: folha de coleta de dados para análise da medição, método comparativo para análise do sistema de medição, mapa do processo e carta de controle por atributos (P, NP).

Etapa de análise

Com a coleta de informações e dados proveniente da etapa de medição a equipe de projeto iniciou a análise dos pontos falhos ou com baixo desempenho para identificar a causa.

A equipe também verificou a etapa do processo atual onde ocorria a falha e assim iniciou as mudanças no fluxo alinhado com todas as áreas envolvidas. Dentro do conceito de mapa do processo, padronizou por meio de procedimentos todas as entradas consideradas críticas para o sucesso do desenvolvimento, colocando a necessidade de registros, bem como as necessidades especificas do ponto de vista de qualidade (cliente) de manufatura (processo), que não eram considerados no fluxo anterior. Com a visualização do fluxo existente muitas melhorias foram sugeridas e uma análise em uma matriz de impacto foi feita para priorizar as ações, na elaboração do novo fluxo.

Técnicas e ferramentas utilizadas: mapa do processo, diagrama de causa e efeito e matriz de impacto.

Etapa de melhoria (Improve)

Baseado nas informações e dados coletadas e na experiência da equipe multifuncional foi elaborado um novo fluxo. Esse novo fluxo foi validado com uma aplicação prática de um item de nacionalização sendo aprovado pelos gestores de compras, qualidade e manufatura. A participação do principal gestor da empresa (Plant Manager) foi fundamental para o bom desempenho desse projeto, pois o novo fluxo envolvia a participação de vários departamentos e gerencias, e assim foi necessário negociações com essas áreas buscando o que era melhor para a empresa, e não somente para o departamento de forma isolada.

Técnicas e ferramentas utilizadas: mapa do processo, matriz de impacto.

Etapa de Controle

A fase de controle teve o acompanhamento por compras e qualidade dos três primeiros desenvolvimentos confirmando os resultados obtidos na fase de melhoria, evidenciando um processo de nacionalização mais confiável e ágil.

Técnicas e ferramentas utilizadas: procedimentos, instruções de trabalho e planilha de análise financeira.

Tempo para execução do projeto: 06 meses

3.3 Análise comparativa dos projetos

A análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma nos projetos apresentados em manufatura e serviços, inicia descrevendo o perfil do *Black Belt*, das equipes de projetos e o tempo de execução dos projetos. A partir dessa descrição e análise inicial partimos para uma análise mais técnica, iniciando com a conexão do projeto com o cliente (CTQ), o tipo e natureza de dados em cada projeto, a aplicação do método DMAIC e o uso das técnicas e ferramentas em cada uma das etapas.

O perfil do Black Belt

Nos projetos apresentados em manufatura a exigência do conhecimento de técnicas e ferramentas estatísticas bem como o conhecimento e experiência em processos de manufatura pelo *Black Belt*, foram relevantes para a evolução dos projetos, influenciando e direcionando as decisões da equipe de projeto.

Para os projetos em serviços, as técnicas e ferramentas estatísticas não tiveram tanto destaque, dando lugar à necessidade de criatividade para adaptar as ferramentas e técnicas à realidade dos dados disponíveis. Também ficou caracterizado a necessidade de técnicas voltadas ao trabalho em equipe, liderança, negociação e gestão de mudanças, capacidade de análise rápida e poder de síntese, substituindo a experiência e conhecimento técnico do *Black Belt* pela necessidade de conhecimento do negócio.

O perfil das equipes de projeto

Em ambos os casos uma equipe multifuncional foi requerida e da mesma forma foi importante para a evolução, melhoria e sustentação dos projetos. O grau de envolvimento e comprometimento do time de projeto foi similar em ambos os casos, porem notou-se maior facilidade na condução das mudanças nos projetos de manufatura. Talvez isso possa ser explicado pelo fato de que as mudanças em manufatura se tratavam de práticas e melhorias localizadas nos processos e operações que geravam as rejeições e os problemas dos projetos. Em serviços algumas mudanças estavam fora do processo principal, afetando outras áreas e departamentos. Como exemplo, temos no projeto número 3, em que um fator crítico para redução do inventário é o tempo de fornecimento do produto a partir da colocação do pedido (*lead time* do fornecedor). Essa característica é definida por compras na definição do fornecedor, porem para compras não era o fator determinante para escolha do fornecedor, mas afetava outro processo (inventário). Outro fato que pode contribuir para essa diferença é que

as equipes de manufatura em sua maioria eram formadas por membros operacionais e com nível hierárquico inferior ao do líder do projeto, e aceitavam mais as decisões da liderança. Em serviços as equipes de projeto eram compostas por pessoas com bom conhecimento dentro de sua área e tinham nível hierárquico similar ao do líder de projeto. Isso gerava mais questionamento, principalmente quando a ação prejudicava de alguma forma um indicador de sua área.

Nos projetos em serviços houve a participação ativa, com um grande número de idéias de melhoria, porém notou-se maior resistência inicial às mudanças, necessitando de maior envolvimento dos gestores para quebrar barreiras entre departamentos dentro da equipe de projeto. Também foi necessário o envolvimento do principal gestor em algumas decisões, pois algumas mudanças envolviam e afetavam outros departamentos com gerencias e objetivos departamentais distintos.

O tempo de execução dos projetos

O tempo médio de execução dos projetos na amostra analisada em manufatura foi de 07 meses. O tempo maior foi do projeto número 2 que levou nove meses para conclusão e a razão principal foi que o produto estava em lançamento e não tinha volume inicial significativo, levando aproximadamente seis meses para entrar em produção de volume e concluir a etapa de controle.

Em serviços o tempo médio foi de 8,5 meses. O projeto número 3 foi a causa do aumento da média, pois levou onze meses para conclusão. Foram dois os fatores que comprometeram o tempo do projeto. O primeiro foi a ação de melhoria para produtos novos que necessitou três meses para surtir efeito e o segundo fator foi a etapa de controle que em função da avaliação do inventário ser mensal, necessitou maior tempo para avaliar a efetividade do projeto.

A conexão com o cliente (CTQ) em manufatura e serviços

Conforme visto na revisão bibliográfica, os projetos Seis Sigma devem iniciar com a determinação dos requisitos do cliente, para reduzir a lacuna entre as expectativas da organização e seu desempenho real (PANDE *et al*., 2001).

Em manufatura as CTQs foram desdobradas do indicador do projeto para características técnicas de produto, que representam funções no produto e assim são conectados ao cliente externo de forma indireta. Em serviços as CTQs foram definidas como o próprio indicador do projeto de forma macro, ou seja, no projeto número 3 foi o próprio

valor do inventário, e no projeto número 4 foi o nível de qualidade do novo fornecedor envolvendo custo, entrega e qualidade. Os dois casos analisados são processos administrativos que nessa dissertação tratamos como sinônimo de serviços, e para a tratativa da CTQ encontramos uma diferença, pois em empresas de serviços temos a figura do cliente final ou usuário do serviço, e assim existe uma proximidade maior com o processo gerador do serviço. Nos processos administrativos tratados o cliente externo não teve participação na definição da CTQ, pois foi o gestor da área, ou seja, um cliente interno a empresa, que estava interessado em seus indicadores de desempenho e definiu a CTQ.

Natureza e disponibilidade dos dados

Nos processos de manufatura, verificou-se uma maior disponibilidade e facilidade para acesso aos dados, pois já faziam parte da rotina de apontamentos ou então eram facilmente introduzidos no apontamento existente. Os dados foram caracterizados por meio da distribuição normal, o que facilitou e não restringiu o uso das diversas técnicas e ferramentas disponíveis no programa Seis Sigma. Também na manufatura, o uso das técnicas e ferramentas estatísticas foi fundamental para entender as causas e equacionar a variabilidade dos processos, tendo uma grande relevância para a análise, evolução e conclusão dos projetos analisados.

Nos processos de serviços, houve dificuldade para conseguir os dados, principalmente no projeto número 4, onde foi necessário pesquisar informações pertinentes a vários processos de desenvolvimento, e as informações requeridas não tinham uma forma padronizada de registro e arquivamento. Também parte da dificuldade estava na natureza dos dados, pois se tratavam de defeitos/defeituosos, tempo de processamento das atividades, lacunas entre processos que dificultavam a comunicação, falta de padronização e falta de definição de responsabilidades entre as áreas de interface dos projeto. Mesmo com certa carência de dados foi possível identificar as causas sem a necessidade de técnicas e ferramentas mais sofisticados. Apenas com o uso de ferramentas básicas, que em sua maioria tinha apelo visual, as ações de melhoria foram propostas e adotadas pelos times de projeto, gerando bons resultados.

A aplicação do método DMAIC

O método DMAIC foi aplicado nos dois tipos de processos ficando evidente o uso das técnicas e ferramentas, caracterizando cada uma de suas etapas. Essas etapas (*Define, Measure, Analyse , Improve e Control*) garantiram que as técnicas e ferramentas fossem aplicadas de forma disciplinada, direcionando os projetos para as possíveis e melhores soluções da causa raiz do problema. Não foi verificada nenhuma restrição nas duas aplicações, e notou-se que o método DMAIC guiou a equipe ao longo dos projetos agregando valor a cada uma das aplicações.

O uso das técnicas e ferramentas

Cada etapa do ciclo "DMAIC' é caracterizada pelo uso de técnicas e ferramentas, sendo que essas também podem ser aplicadas em mais de uma dessas etapas. Na análise detalhada de cada uma dessas etapas, notou-se algumas diferenças, principalmente nas etapas de medição (*measure*), análise (*analyze*) e melhoria (*improve*). Nas etapas de definição (define) e controle (control) não encontramos diferenças significativas.

As diferenças encontradas no uso das técnicas e ferramentas na etapa de medição (M), análise (A) e melhoria (I), são descritas a seguir:

- Etapa de medição (Measure):
    - Mapeamento do processo: o mapa do processo foi usado nos quatro projetos, porem não da mesma forma. A aplicação nos projetos de manufatura foi essencial para entender em detalhes o funcionamento dos equipamentos. Também serviu de base para as discussões técnicas e levantamento das hipóteses utilizadas e verificadas na etapa de análise (Analyze). Em função do nível de detalhamento profundo, necessitou dos especialistas de cada um dos equipamentos e máquinas analisados. Nos projetos de serviços também foi importante para o desenvolvimento do projeto, porém sua utilização aconteceu de forma mais macro, não necessitando de grande nível de detalhamento. Sua função principal nos dois projetos em serviços foi de facilitar a comunicação entre os vários departamentos envolvidos, possibilitando a visualização das lacunas, pontos de simplificação e melhoria. Ajudou na padronização de determinadas atividades que influenciavam diretamente o resultado de cada um dos projetos. Em serviços notamos uma dificuldade maior em visualização do fluxo, pois normalmente são realizados por pessoas, e processados com interface de vários departamentos. Também as operações não eram devidamente padronizadas ou documentadas, ficando muito

dependentes da experiência das pessoas que nele atuam. Neste caso o mapa do processo teve a finalidade de explicitar o fluxo, mostrar a inter-relação das atividades, das pessoas e dos departamentos envolvidos.

- Análise do sistema de medição (M.S.A.): nos dois projetos de manufatura analisados, verificou-se o uso dos métodos e técnicas para execução do M.S.A. de forma acadêmica, conforme material disponibilizado nos treinamentos de Seis Sigma. Em serviços, nos dois casos analisados, a aplicação de tais métodos não foi possível nos problemas principais, e precisou de criatividade para fazer avaliação do sistema de medição, e assegurar a qualidade e confiabilidade dos dados que foram disponibilizados para análise. Entretanto em ambos os processos o uso de técnicas para execução do M.S.A., mais avançadas para manufatura e mais simples para serviços, foi importante para avaliação dos dados, e aumentar o nível de confiança nas decisões tomadas.

- Avaliação da capabilidade do processo: nos processos de manufatura é usual a avaliação do nível de capabilidade do processo, ou então o nível sigma do projeto, e foi demonstrada essa atividade nos dois exemplos (projeto 1 e 2) de manufatura. Isso foi importante para caracterizar o nível de desempenho inicial do processo e depois comparar com o novo patamar alcançado, após as melhorias implementadas. Nos projetos de serviços essa avaliação não foi possível em seu foco principal, pois não existia uma especificação a ser comparada com o desempenho dos processos analisados. Também existiu diferença no cálculo da capabilidade, pois para manufatura, os processos seguiram a distribuição normal e para os processos de serviços, tratamos com defeitos, erros e falta de informação, que não podem ser caracterizados pela distribuição normal. Esses tipos de dados de serviços tendem a seguir a distribuições binomiais, Poisson, exponencial entre outras, o que levariam a cálculos e considerações mais complexas, porém nos projetos analisados essas considerações não foram necessárias.

- Etapa de análise:
  - Análise quantitativa e qualitativa: nos projetos de manufatura verificou-se a utilização de técnicas e ferramentas analíticas (análise quantitativa) como o uso de regressão linear, teste de hipóteses, ANOVA e delineamento de experimentos

(DOE). Essas técnicas e ferramentas também podem ser utilizadas em serviços, porém neste caso as análises foram mais qualitativas, com uso de ferramentas e técnicas mais simples e de menor conteúdo estatístico, tais como a matriz de impacto, mapa do processo, gráfico de Pareto, gráfico de pizza. A ênfase foi no fluxo da informação, ferramentas de priorização, avaliação de lacunas entre atividades dos departamentos envolvidos (análise qualitativas) e gestão visual para alinhar as informações com a equipe de projeto.

- Identificação de causa: nos projetos em manufatura ficou evidente a conclusão da causa técnica localizada em uma máquina ou ferramenta, enquanto que nos projetos de serviços as causas foram relacionadas a pessoas, lacunas entre etapas do processo prejudicando a comunicação, falta de padronização de atividades e indefinição de responsabilidades entre departamentos.

- Etapa de melhoria (Improve):
  - Ações de Melhoria: as ações nos projetos de manufatura foram mais localizadas em máquinas, ferramentas, dispositivos e equipamentos de controle do processo, enquanto que nos projetos de serviços as ações de melhoria foram na padronização de atividades com adequação de sistemas (tecnologia da Informação – TI), mudanças no fluxo de informação e definições de procedimentos operacionais.

3.3.1 Síntese da comparação dos projetos Seis Sigma em manufatura e serviços

Este capítulo buscou comparar o uso do programa em manufatura e serviços, por meio da descrição de uma amostra de quatro projetos vivenciados pelo autor. Alguns pontos interessantes foram evidenciados pela análise e podem ser contrastados com a teoria, porem trata-se de uma amostra muito pequena em função da abrangência de aplicação do programa Seis Sigma. A tabela 3.2 evidencia os fatores analisados na avaliação comparativa dos projetos de manufatura e serviços e sintetiza as principais características e diferenças encontradas.

A sequencia da dissertação traz uma pesquisa e análise de casos múltiplos em empresas de manufatura e serviços, buscando mais evidencias, fatos e informações que possam ser relevantes para aumentar o nível de conhecimento sobre as diferenças do programa Seis Sigma em manufatura e serviços.

Tabela 3.2: Síntese da análise comparativa de projetos em manufatura e serviços.
Fonte: elaborada pelo autor

Análise comparativa de projetos em Manufatura e Serviços		
Fator analisado	**Processo de Manufatura**	**Processo de Serviços**
O perfil do Black Belt	**Maior exigência do conhecimento de técnicas e métodos estatísticos; Necessidade de conhecimento e experiência em processos de manufatura;**	**Necessidade criatividade para adaptar as ferramentas e técnicas à realidade dos dados disponíveis; Necessidade de técnicas voltadas ao voltadas a trabalho em equipe e liderança; Capacidade de analise rápida e poder de síntese Necessidade de conhecimento do negócio.**
Equipes de projeto	**Equipe multifuncional; Bom grau de envolvimento e comprometimento do time de projeto; Facilidade na condução das mudanças e aceitação nas decisões do lider de projeto; Mudanças localizadas dentro dos processos e operações principais que geravam as rejeições e os problemas dos projetos; Equipes de projeto formadas por membros operacionais e com nível hierárquico inferior ao do líder do projeto;**	**Equipe multifuncional; As equipes de projeto eram compostas por pessoas com bom conhecimento dentro de sua área e tinham nível hierárquico similar ao do líder de projeto; Bom grau de envolvimento e comprometimento; Algumas mudanças estavam fora do processo principal, afetando outras áreas e departamentos; Maior questionamento, principalmente quando a ação prejudicava de alguma forma um indicador de sua área; Maior resistência inicial às mudanças; Maior envolvimento dos gestores para quebrar barreiras entre departamentos;**
O tempo de execução do projeto	**Média de 7 meses. O tempo para conclusão de um projeto foi influenciado pelo tempo de lançamento que não tinha volume inicial significativo para concluir a etapa de controle.**	**Média de 8,5 meses. O tempo para conclusão foi influenciado por: - ação de melhoria para produtos novos; - tempo de coleta de dados para inventáio com frequencia mensal;**

Continuação Tabela 3.2		
Fator analisado	**Processo de Manufatura**	**Processo de Serviços**
Natureza e disponibilidade dos dados	**Maior disponibilidade e facilidade para acesso aos dados; Facilmente introduzidos no apontamento já existente; Dados continuos; Caracterizados por meio da distribuição normal;**	**Dificuldade para conseguir os dados; Informações requeridas não tinham uma forma padronizada de registro e arquivamento; Dados discretos (defeitos/defeituosos) e continuos (tempo de processamento das atividades); Não foram caracterizados pela distribuição normal;**
A aplicação do método DMAIC	**Não foi verificada nenhuma restrição na aplicação; Guiou a equipe ao longo do projeto; Agregou valor ao projeto evidentiando o uso das técnicas e ferramentas em cada uma das etapas**	**Não houve nenhuma diferrença na aplicação do método DMAIC em serviços, valendo todas as observações evidenciadas em manufatura.**
O uso das técnicas e ferramentas na etapa de medição	**O mapa do processo foi aplicado usado para detalhar o funcionamento dos equipamentos e serviu de base para as discussões técnicas e levantamento das hipóteses utilizadas e analisadas na fase de analise (Analyze); O M.S.A. foi aplicado de forma acadêmica, conforme material disponibilizado nos treinamentos de Seis Sigma.**	**O mapa de processo foi aplicado de forma mais macro, não necessitando de grande nível de detalhamento. Sua função principal foi de facilitar a comunicação entre os vários departamentos envolvidos, possibilitando a visualização das lacunas, pontos de simplificação e melhoria. O M.S.A não aplicado de tradicional, necessitando de criatividade, usando métodos de comparação simples para avaliar a qualidade dos dados.**
O uso das técnicas e ferramentas na etapa de análise	**Verificou-se a utilização de técnicas e ferramentas analíticas (análise quantitativa) como o uso de regressão linear, teste de hipóteses, ANOVA e delineamento de experimentos (DOE); o Identificação de causa ficou evidente a conclusão da causa técnica localizada em uma máquina ou ferramenta;**	**As analises foram mais qualitativas, com uso de ferramentas e técnicas mais simples e de menor conteúdo estatístico, tais como a matriz de impacto, mapa do processo, gráfico de Pareto, gráfico de pizza. As causas foram relacionadas a pessoas, lacunas entre etapas do processo prejudicando a comunicação, falta de padronização de atividades e indefinição de responsabilidades entre departamentos.**
O uso das técnicas e ferramentas na etapa de melhoria	**As ações de melhoria foram mais localizadas em máquinas, ferramentas, dispositivos e equipamentos de controle do processo;**	**As ações de melhoria foram na padronização de atividades com adequação de sistemas (tecnologia da Informação – TI), mudanças no fluxo de informação e definições de procedimentos operacionais.**

4- PESQUISA DE CAMPO

A literatura estudada no capitulo 2, mostra que ainda há uma necessidade de exploração empírica para entender as diferenças do programa Seis Sigma em manufatura e serviços. A análise de projetos Seis Sigma feita no capitulo 3 evidenciou algumas similaridades e diferenças significativas da aplicação, porém foi limitada em função das amostras analisadas. Isso fortalece a importância de se delinear outra investigação de caráter mais prático em busca dos objetivos estabelecidos para este trabalho. Desta forma esse capitulo visa caracterizar a metodologia e procedimentos adotados para o desenvolvimento da pesquisa realizada nessa dissertação. A pesquisa e as análises nas duas entrevistas também são apresentadas nesse capitulo.

4.1 Procedimento da pesquisa de campo

De acordo com Cervo e Belvian (2002), o interesse e a curiosidade do homem pelo conhecimento levam-no a investigar a realidade sob os mais diversificados aspectos e dimensões. Cada abordagem ou busca admite diferentes níveis de aprofundamento e enfoques específicos conforme o objeto de estudo, os objetivos e ainda a qualificação do pesquisador. Desta forma fica evidente a diversidade dos tipos de pesquisa que cada pesquisa possui, alem do núcleo comum de procedimentos e suas peculiaridades próprias.

Segundo Parra Filho e Santos (2002), qualquer trabalho à ser desenvolvido no campo científico, exige métodos apropriados para facilitar a busca de seus objetivos, bem como a devida comprovação científica. A definição do método à ser empregado é função da proposta do trabalho ou da área de concentração da pesquisa, sendo que existem métodos gerais aplicados a todo tipo de pesquisa, e métodos específicos que dependem da temática proposta ou do trabalho à ser desenvolvido.

De acordo com a abordagem dada, a pesquisa pode ser definida em função de seu caráter qualitativo ou quantitativo. Sobre a diferenciação destas duas perspectivas, Neves (1996) afirma que enquanto os estudos quantitativos procuram seguir com rigor um plano previamente estabelecido, a pesquisa qualitativa costuma ser direcionada ao longo de seu desenvolvimento, não buscando enumerar ou medir eventos e geralmente não empregando métodos estatísticos para análise. Com base nas afirmações do autor, pode-se afirmar que a abordagem adotada na pesquisa dessa dissertação é qualitativa.

Para Gil (2007) a classificação das pesquisas em exploratória, descritivas e explicativas é muito útil para o estabelecimento de seu marco teórico. Contudo para analisar os fatos do ponto de vista empírico, e confrontar a visão teórica dos fatos com a realidade, é necessário fazer o planejamento e traçar um delineamento para a pesquisa, envolvendo a previsão de análise e interpretação dos dados. O autor complementa que podem ser definidos dois grandes grupos de delineamentos, sendo o primeiro aqueles que se baseiam nas "fontes chamadas papel" e o segundo em "dados fornecidos por pessoas".

A pesquisa apresentada nessa dissertação inicia com o segundo grupo (dados fornecidos por pessoas), onde temos o estudo de casos múltiplos por meio de entrevistas pessoais, com os praticantes do programa Seis Sigma em empresas de médio e grande porte. A primeira fonte mencionada (papel) será também usada ao longo da entrevista, pois será necessário o acesso a exemplos de projetos para se avaliar alguns tópicos do questionário, tais como as técnicas e ferramentas mais usadas nas etapas do DMAIC, o uso especifico de alguma dessas ferramentas entre outras.

4.2 Pesquisa de casos múltiplos

A metodologia a ser utilizada é o estudo de casos múltiplos, proposto por Yin (2001), que define estudo de casos múltiplos como uma forma de se fazer pesquisa social empírica ao investigar-se um fenômeno atual dentro de um contexto de vida real, onde as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e na situação em que múltiplas fontes de evidencias são usadas.

O estudo de casos envolve a análise intensiva de um número relativamente pequeno de situações, onde a ênfase é dada a completa descrição e ao entendimento do relacionamento dos fatores de cada situação, não importando os números envolvidos (BOYD E ATASCH, 1985). O estudo intensivo de casos permite a descoberta de relações que não seriam encontradas de outra forma, sendo as análises e inferências em estudos de caso feitas em analogia de situações, respondendo principalmente as questões do por que e como, para um determinado evento.

YIN (2001) coloca que o projeto de pesquisa é a seqüência lógica que conecta as questões iniciais aos dados coletados, e estes às conclusões. Ele recomenda que na condução de um estudo de caso, deve-se definir o problema a ser pesquisado de forma claro e

preciso, para em seguida desenhar a estrutura de coleta de dados com a apresentação das perguntas principais, decidindo por um único ou casos múltiplos.

Nesse trabalho de dissertação, decidiu-se por casos múltiplos com entrevistas em duas empresas atuantes com o programa Seis Sigma. Para direcionar a pesquisa coloca-se a seguinte questão principal de pesquisa: existem diferenças significativas na aplicação do Seis Sigma em manufatura e serviços? Se existem quais benefícios podemos obter para a aplicação em serviços?

4.3 A seleção da Amostra

Segundo Gil (2007) o estudo de caso pode ser constituído por um único caso, quanto por múltiplos casos, sendo que a abordagem de múltiplos casos que foi adotada para esta pesquisa, é a situação mais freqüente, e que de modo geral considera-se que sua utilização proporciona evidencias inseridas em diferentes contextos, contribuindo para a elaboração de uma pesquisa de melhor qualidade.

Na pesquisa dessa dissertação, a amostra utilizada para o estudo de múltiplos casos consistiu em duas empresas de médio e grande porte que usam o programa Seis Sigma para aperfeiçoamento de seus processos e também são líderes em seus seguimentos.

Uma empresa é do setor de manufatura onde se também se pretende verificar as similaridades e diferenças na aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços. Esta empresa executa projetos Seis Sigma em seus processos básicos de manufatura e também nos processos de apoio a manufatura, assim como a empresa estudada no capítulo 3.

A outra empresa pesquisada é de grande porte e atua basicamente em ambiente de serviços. Nesta empresa, pesquisaremos as especificidades do programa Seis Sigma em Serviços comparando com o que foi previamente levantado nas análises anteriores de revisão bibliográfica e análises comparativas dos projetos Seis Sigma.

4.4 Instrumento para a coleta de dados

Após a definição do tipo de amostra a ser empregada na pesquisa, definiu-se o instrumento para a coleta de dados optando-se por uma entrevista pessoal com os representantes do Seis Sigma nas empresas pesquisadas. Para direcionar e facilitar a entrevista, foi desenvolvido um questionário (apêndice B) oriundo da revisão bibliográfica evidenciada no capitulo 2 complementada com a análise comparativa feita no capitulo 3. O questionário visa nortear a entrevista, devido à necessidade de racionalização do tempo para os entrevistados, mas sem deixar de abordar os pontos de interesse da pesquisa.

O roteiro de entrevista (apêndice B) percorre dois eixos de perguntas:

- O primeiro eixo trás questões relativas à empresa, para caracterizá-la no cenário em que atua e ao programa Seis Sigma na empresa entrevistada, dando a dimensão e importância, percorrendo o modelo empregado na implantação e a forma que o programa é mantido na empresa.

- O segundo eixo, conforme proposta de pesquisa descreve perguntas relativas à comparação da aplicação dos projetos Seis Sigma na área de manufatura e serviços, percorrendo os fatores identificados como significativos nos capítulos 2 e 3.
    - O perfil do Black Belt;
    - As equipes de projeto;
    - O tempo de execução de um projeto;
    - O uso da CTQ para manufatura e serviços;
    - A natureza e disponibilidade dos dados;
    - A aplicação do método DMAIC;
    - As ferramentas mais utilizadas em cada etapa do DMAIC;
    - Aplicação especifica de algumas técnicas e ferramentas;
    - Aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas com maior conteúdo estatístico.

4.5 Apresentação da pesquisa exploratória de casos múltiplos

Apresenta-se neste capitulo o resultado da pesquisa exploratória de casos múltiplos desenvolvida em maio e junho de 2010. A primeira empresa é do ramo de manufatura e a segunda do ramos de serviço.

4.5.1 Empresa A

Caracterização da empresa e do programa Seis Sigma

A primeira empresa entrevistada tem presença global em todos os continentes com plantas localizadas em 18 países. Conta com 6.800 funcionários e tem faturamento global de aproximadamente 1,5 bilhões (base 2008). No Brasil porém é de médio porte, e tem em torno de 700 funcionários distribuídos em três fábricas, com a matriz localizada em Limeira SP, onde se passaram os projetos e a entrevista.. A empresa é do setor de manufatura, fornecedora de autopeças com produtos para controle de emissões, e detém 38 % do mercado original de veículos no Brasil (dado referente ao fechamento de 2008).

O programa Seis Sigma teve inicio em meados de 2007 e foi implementado por meio da consultoria americana "*CS International*", que realizou um treinamento inicial de dois dias para os principais gestores (*Champion e Sponsors*) das três fábricas no Brasil. O programa foi implementado com objetivo de redução de custo e melhoria de qualidade e tem sido utilizado para auxiliar os gestores das áreas (Sponsors) a atingirem as metas do plano de negócio. O primeiro treinamento de *Black Belts* aconteceu a partir em setembro de 2007, por meio da consultoria e consistiu em quatro semanas de treinamento espaçadas ao longo de quatro meses. O treinamento englobou pessoas de todas as regiões no mundo, sendo a primeira semana do treinamento realizada na Alemanha, a segunda no Brasil, a terceira na China e a quarta e ultima semana de treinamento nos Estados Unidos. O Brasil foi representado nestes treinamentos com um candidato a *Black Bel,* que posteriormente se graduou em *Master Black Belt.* No total a empresa global conta com seis *Masters Black Belts* que lideram o programa em suas regiões.

O desdobramento do programa no Brasil foi conduzido também pela consultoria e com apoio do *Master Black Belt* local do Brasil. O treinamento do Brasil visou a formação de *Green Belts* e foi realizado com duas semanas espaçadas de um mês. Participam em torno de

26 pessoas, com cerca de 70% das pessoas do setor de manufatura e 30% dos setores de apoio a manufatura (serviços). A estratégia foi apoiar a manufatura visando redução de custo e também escolher pessoas que representassem todos os principais setores e processos para a disseminação do programa em toda a empresa. Os projetos tinham objetivo financeiro inicial de US$ 25,000 e foram escolhidos pelas áreas dos candidatos para facilitar o acesso as informações e dados, e ainda pelo fato de que a execução dos projetos foi uma atividade adicional as funções dos candidatos a Green Belt. O acompanhamento dos projetos é feito de forma periódica, tem participação dos gestores que criaram uma premiação anual para os melhores projetos. A avaliação dos projetos é feita pelo comitê de inovação da empresa e o resultado é divulgado nos meios de comunicação interna.

Os treinamentos de *Green Belt* estão na terceira turma e a participação da consultoria não foi mais necessária. Em 2009 a empresa iniciou a segunda turma de Black Belts, de forma global, nos mesmos moldes da primeira turma. As certificações da empresa brasileira contam com um *Master Black Belt*, um *Black Belt* e vinte e dois *Green Belts* após dois anos da implantação do programa.

Aplicação do programa de Seis Sigma

O perfil do Black Belt

Nesta empresa a análise do perfil do *Black Belt* não pode ser feita, pelo fato de ser apenas um Black Belt formado, que dá o suporte aos projetos liderados pelos *Green Belts.* A análise então foi feita com os *Green Belts* que lideram os projetos de melhoria. Nos projetos de manufatura, predominou o perfil mais técnico com maior domínio das técnicas e ferramentas estatísticas.

Em serviços essa necessidade não foi relevante, dando lugar a necessidade de maior liderança e poder de influência nas áreas de interface com o projeto. Os *Green Belts* com essas características tiveram vantagem nos momentos que as mudanças de práticas e procedimentos que afetavam varias áreas foram necessárias.

As equipes de projeto

Em cada projeto a equipe foi escolhida de forma que todas as áreas de interface com processo analisado tivessem representação.

Em manufatura normalmente envolveu pessoas ligada à fábrica incluindo operadores, técnicos e engenheiros das áreas de apoio a manufatura. Não foi identificada nenhuma resistência as mudanças.

Em serviços a composição do time se baseou nas áreas de interface com o projeto. O nível hierárquico da equipe não tinha muita variação, pois cada área teve representação com pessoas de bom conhecimento de seu processo. Um pouco de resistência foi relatado pelo MBB nas mudanças que influenciavam outras áreas, necessitando mais negociação.

O tempo de execução do projeto

Por meio de uma amostra de oito projetos (quatro em manufatura e quatro em serviços) verificamos que a média de tempo para conclusão dos projetos de serviços foi menor que em manufatura. Esse maior tempo em manufatura, foi justificado pelo MBB pelo tempo de conclusão da etapa de melhoria (*DMAIC-Improve*), pois em dois projetos houve a necessidade de investimento de novo ferramental, que acabou aumentando o tempo de projeto.

Tabela 4.1: Tempo de execução do projeto Seis Sigma

Fonte: elaborado pelo autor baseado na revisão de oito projetos da empresa A

Tempo de execução de projeto Seis Sigma		
Projeto	**Manufatura**	**Serviços**
1	6 meses	
2	08 meses	
3	14 meses	
4	12 meses	
5		08 meses
6		09 meses
7		06 meses
8		08 meses
	média de 10 meses	**média de 7,75 meses**

O uso da CTQ em manufatura e serviços.

Os projetos em manufatura foram priorizados para redução de custo e o foco foi dado nos processos com maior índice de sucata e retrabalho. As CTQs foram características técnicas de produto e processo como ovalização, altura de montagem, folga entre tubo de veneziana, etc.

Em serviços a priorização dos projetos foi dada pelo gestores das área de apoio e tiveram relação com os indicadores de desempenho desses departamento tais como variação e redução de inventário, tempo de recuperação de investimento com ferramentas, redução de itens obsoletos na produção, entre outros.

Em ambos os casos o cliente ficou caracterizado como interno a empresa não tendo relação direta com o cliente ou usuário final do produto

A natureza e disponibilidade dos dados.

Em manufatura notou-se maior facilidade para conseguir dados, e assim caracterizar o problema e o processo em estudo. Os processos são padronizados e folhas para coleta de dados são parte integrante dos processo de manufatura. Em alguns casos fatores não controlados foram identificados como importantes e adicionados no controle existente no processo.

Em serviços, observou-se dificuldade para aquisição de dados em alguns projetos, pois a forma de registro não era padronizada e dependia das pessoas que faziam as atividades. Outro fator relevante mencionado foi a qualidade dos dados, que não faziam sentido quando relacionados, pois não tinham a mesma base de comparação. Em alguns casos não existia a informação registrada sobre um determinado processo pois ficou com a pessoa que executou a atividade, sendo que esta não fazia mais parte do quadro de funcionários da empresa.

A aplicação do método DMAIC

A aplicação do método DMAIC ocorreu naturalmente nos dois tipos de projetos e ficou bem evidenciado cada uma das etapas tanto em manufatura como em serviços, sendo referenciado pelo *Master Black Belt* da empresa como fator determinante de sucesso para o programa. A revisão dos projetos é feita com o MBB para validar cada uma das etapas do DMAIC e isso ocorre tanto para os projetos de manufatura como para serviços.

As Ferramentas mais utilizadas em cada etapa do DMAIC

Nesta etapa da entrevista avaliamos em conjunto oito projetos escolhidos pelo MBB, sendo quatro na área de manufatura e quaro em serviços. A tabela 4.2 mostra as técnicas e ferramentas em cada uma das etapas para cada um dos processos analisados.

Tabela 4.2: Técnicas e ferramentas em cada uma das etapas do DMAIC para manufatura e serviços

Fonte: elaborado pelo autor baseado na análise de oito projetos da empresa A

Utilização de Técnicas e Ferramentas		
Etapas do projeto	**Manufatura**	**Serviços**
Define	SIPOC Gráfico de tendencias Mapa do processo Gráfico de Pareto	SIPOC Gráfico de tendncias Mapa do processo Grafico de controle P NP Planilha de extratificação de dados (habilidade excell) Gráfico de Pareto Mapa do processo
Measure	Diagrama de causa e efeito Matrix XY FMEA Gráfico de Pareto Capabilidade do processo Avaliação do sistema de medição (R&R) e Atribute Gage Study Nivel Sigma Gráfico de controle	Diagrama de causa e efeito Matrix XY Gráfico de Pareto Gráfico de controle
Analyze	Planilha de confirmação de causa Gráfico de Pareto Gráfico de tendência Gráfico de controle Teste de hipóteses Delineamento de experimentos (DOE) 5 Porques	Planilha de confirmação de causa Gráfico de Pareto Teste de hipóteses 5 Porques
Improve	Matriz de melhorias(impacto) Capabilidade do processo Regressão linear Teste de hipóteses Delineamento de experimentos	Matriz de melhorias(impacto) Mapa do processo
Control	Gráfico de controle Planilha financeira Plano de processo Capabilidade do processo Gráfico de tendência	Gráfico de controle Planilha financeira Gráfico de tendência Procedimentos

Aplicação especifica de algumas técnicas e ferramentas

- ***Mapa do processo***

Foi mencionado como ferramenta relevante para o desenvolvimento do projeto nos dois tipos de processo, porem com uma diferença. Em ambos os processos a orientação do MBB foi para que os times de projeto utilizassem dois tipos de mapa de processo. Na etapa de definição um mapa mais macro com objetivo de definir o escopo do projeto avaliando, os fornecedores, as entradas, o processo principal do projeto, as saídas e os clientes. Esse mapa é conhecido no pelos praticantes do seis sigma como SIPOC (supplier, inputs, process, output and customer). Na fase de medição outro mapa do processo mais detalhado, focando na etapa do processo de interesse para o projeto. Entretanto esse tipo de mapa não foi utilizado em serviços, pois com o uso do mapa inicial e com um pequeno aprofundamento em algumas das etapas já foi suficiente para entender as inter-relações dos processos envolvidos e também os desvios e lacunas que aconteciam. Também foi notado nos projetos de serviços, que o foco aconteceu em mais de uma das etapas e em mais de um departamento ou setor envolvido com o processo, necessitando da intervenção de outras áreas e gerencias.

- Análise do Sistema de Medição (M.S.A.)

Nos projetos analisados em manufatura ficou evidente o uso de técnicas e ferramentas para avaliação dos meios de medição. Para variáveis a ferramenta usada foi a repetibilidade e reprodutibilidade (R&R) e para atributos foi usado o *softerware MINITAB* com a técnica "*Atribute Gage Study*".

Para os projetos de serviços, foram utilizadas técnicas simples de comparação de dados, visando avaliar a procedência e em alguns projetos não foi evidenciada a avaliação do meio de medição.

- *Avaliação da capabilidade do processo*

A capabilidade do processo foi usada para avaliar os processos de manufatura nas etapas de medição e melhoria (*measure e improve* -D**M**A**I**C), conforme mostra a tabela 4.2. Em serviços não houve tal utilização. Isso foi justificado pelo MBB pela natureza do projeto e dos dados.

Aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas com maior conteúdo estatístico

Nos projetos analisados em manufatura pudemos verificar o uso de técnicas e ferramentas com maior conteúdo estatístico, principalmente nas etapas de medição e análise (D**MA**IC). Técnicas e ferramentas como análise do sistema de medição (R&R), nível sigma , teste de hipóteses e delineamento de experimento foram usadas para tratar os dados e entender as fontes de variabilidade do processo. Também ficou demonstrado o uso de técnicas e ferramentas baseadas na distribuição normal, tais como a capabilidade do processo e o gráfico de controle *IMR*.

Para serviços essas técnicas e ferramentas de maior conteúdo estatístico não foram usadas. Ferramentas mais simples de priorização, mudanças nos fluxos e padronização foram mais usadas, e não necessitam de tratamento estatístico. As cartas de controle foram usadas em ambos os casos, porem em serviços somente cartas de atributos do tipo P-NP.

4.5.2 Empresa B

A empresa do caso B atua no setor de serviços e a entrevista foi realizada com o *Master Black Belt* (MBB) dessa empresa, que atua nessa função por aproximadamente 03 anos. Cabe ressaltar que o entrevistado (MBB) tem como experiência prévia, a atuação também como MBB em uma empresa de manufatura por 05 anos. A primeira parte da entrevista visa caracterizar a empresa e o programa Seis Sigma e a segunda parte da entrevista identificar diferenças na aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços..

Caracterização da empresa e do programa Seis Sigma

A segunda empresa entrevistada é do setor de serviços e atua no mercado financeiro, tem grande porte e está posicionado entre os maiores bancos privado no Brasil. Possui mais de oitenta anos de história, que foram marcados por muitas mudanças, aquisições e associações com outros grupos financeiros. Conta com aproximadamente 26 mil funcionários espalhados em mais de 1500 pontos de atendimento em todo o território nacional. Consolida-se em um cenário que encontra o Brasil e o seu sistema financeiro em situação privilegiada, com enormes possibilidades de melhorar ainda mais a sua posição relativa no cenário global.

Sua política é o foco nas pessoas para melhorar os resultados. Isso significa criar oportunidades para desenvolver talentos: "Somos pessoas que atendem pessoas. Por maiores que sejam os recursos tecnológicos à disposição de um banco, ainda assim, ao final de cada comutação eletrônica permanecerá a circunstância simples, irredutível, de pessoas servindo pessoas (Fonte: site da empresa, frase do Vice Presidente).

Possui certificações ISO 9001 que são comprovações formais de que todas as atividades relacionadas à qualidade do produto ou serviço certificado foram planejadas, implantadas e controladas de acordo com norma de reconhecimento internacional. O conjunto de requisitos a ser atendido, apresenta foco no atendimento às necessidades dos clientes, na gestão das operações e dos processos, buscando a melhoria contínua nos produtos e serviços que são oferecidos os clientes.

O programa Seis Sigma teve inicio em meados de 2003 em resposta a um diagnóstico feito pela instituição financeira, onde foram detectados problemas sistêmicos. As áreas internas que tinham processos relacionados não interagiam entre si e as ineficiências internas não eram medidas, mas o fator determinante foi que não se conhecia o desejo dos clientes.

A implantação do programa foi liderada pelo vice-presidente (VP) com apoio de uma consultoria brasileira, com objetivo de criar uma organização de alta eficiência, que se incomoda com os problemas, pensa como o cliente e faz parte da solução. O desdobramento

do programa envolveu duas etapas com objetivo de divulgação do programa e escolha dos projetos a serem executados na primeira rodada do programa. A primeira etapa consistiu em um treinamento de oito horas para a qualidade para todos os 5200 funcionários da vice-presidência, propiciando uma conscientização de qualidade e do programa Seis Sigma. A segunda etapa foi um treinamento mais aprofundado de três dias espaçados dentro de um mês para todos os funcionários da VP com cargo de gestão (aproximadamente 400 funcionários).

A formação dos *Black Belts* ainda é feita com a consultoria externa em turmas fechadas para o banco. Seguem o mesmo padrão do curso para manufatura e a única distinção são os exemplos da aplicação das técnicas e ferramentas que em sua maioria são para setor de serviços.

O programa Seis Sigma é liderado pelo setor de melhoria continua da qualidade (MCQ), que respondem diretamente ao vice-presidente. Cada membro da equipe MCQ acompanha no mínimo 10 projetos diferentes em paralelo e ao final de cada mês é feito um relatório com status de todos os projetos indicando os resultados e prováveis atrasos para apresentação aos diretores e VP.

O programa Seis Sigma esta conectado com as áreas para apoiar os gestores em seus plano de negócio que é avaliado semestralmente, vinculado a uma receita adicional (bônus). Desta forma o programa é mantido e solicitado pelos gestores ao MCQ com a escolha de projetos alinhados com as suas próprias metas.

O reconhecimento, a comunicação e a perenização das soluções são fatores fundamentais para manter o programa

- Reconhecimento: escolha dos três melhores projetos do semestre; premiação nos encontros semestrais da VP; retorno no contrato de metas de cada gestor; diploma de *Green Belt Belt* para os membros da equipe de projeto que concluírem 2 projetos.
- Comunicação: vídeos de circulação interna; revista da própria empresa; artigos em mídia de circulação nacional.
- Perenização: acompanhamento dos indicadores dos projetos durante um ano pelo MCQ; replicação dos projetos bem sucedidos em áreas similares

Aplicação do programa de Seis Sigma

O perfil do Black Belt

Na empresa do caso B o *Black Belt* dedica uma boa parte do seu tempo resolvendo conflitos e buscando consenso para que pessoas alterem um fluxo de trabalho burocrático. O *Master Black Belt* (MBB) da empresa comentou que no setor de manufatura o *Black Belt* geralmente tem esta mesma dedicação com equipes de projetos de máquinas e equipamentos buscando melhores ajustes destes recursos no resultado final dos processos. Ele ressalta que as técnicas e ferramentas para mudar pessoas são muito distintas das ferramentas para alterar projetos e máquinas.

Outra diferença apontada é que o *Black Belt* do setor de serviços (no caso do Banco) necessita de habilidades avançadas para manipular e extrair bases de dados à partir de sistemas computacionais para sistemas de baixa plataforma (softwares comerciais).

As equipes de projeto

As áreas de apoio mais presentes nos projetos da empresa analisada são basicamente compostas por pessoas de tecnologia de informação (TI) e das áreas de negócio, que normalmente são responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos bancários, por exemplo: conta corrente; linhas de créditos para financiamento de imóveis, veículos, seguros; aplicações; etc. Em cada projeto a equipe é escolhida de forma que todas as áreas de interface com o processo analisado tenham representação.

O tempo de execução de um projeto

Na opinião do MBB, vários fatores que independem do segmento de negócios da empresa, seja em manufatura ou serviços, e podem afetar o tempo de conclusão de um projeto. Ele afirma que um fator primordial é a forma em que a empresa e toda a sua liderança está engajada com a gestão de projetos de melhoria. Sua experiência como gerente de melhoria contínua no banco (antes da associação em 2008), no qual existiam metas de desempenho atreladas ao bônus de gerentes, diretores e superintendentes, e em função da implementação de projetos, e ainda o reconhecimento e premiação dos membros do time dos melhores projetos, entre outras vantagens, e demonstra que o tempo de conclusão dos projeto é muito diferente após a associação. Até 2008 os projetos aconteciam em menos de seis meses com poucas exceções, e em 2009 e 2010, vários projetos iniciavam e levaram mais que um ano para serem concluídos.

O uso da CTQ para serviços.

A proximidade com o cliente é grande no setor bancário, e a percepção de sua satisfação ou insatisfação com o serviço prestado é bem acentuada. Entretanto o número de clientes que utilizam os serviços é demasiadamente grande, e assim a satisfação com o uso do serviço geralmente não é tratada de forma individualizada, sendo analisada de por meio de indicadores que são variáveis discretas. Existem setores especializados para tratar especificamente da satisfação dos clientes gerando esses indicadores que direcionam os projetos Seis Sigma. Outra característica do setor bancários é que os produtos e serviços são altamente regulados por normas do BACEN, que definem regras operacionais compulsórias durante todo o tempo que os produtos e serviços são ofertados. Todas as vezes que se buscam melhorias em processos é necessário entender como estes requisitos regulamentares serão afetados.

Natureza e disponibilidade dos dados.

Na empresa de serviços do caso B, a maior parte dos dados são variáveis discretas e quase sempre relativas a informações sobre os sintomas dos problemas, tal como o nível de satisfação por um determinado serviço bancário. Para execução dos projetos é necessário um aprofundamento sobre o funcionamento do processo por meio de amostragens especificas nos pontos de interesse. Esse aprofundamento no processo, geralmente evidencia dados que não necessariamente seguem a distribuição normal, como por exemplo o tempo de processamento de uma contratação de funcionário, que foi um projeto citado e mostrado durante a entrevista. A análise inicial não caracterizava uma distribuição normal, mas como desvio do objetivo estava muito evidente, não foi necessário um tratamento estatístico adequado para a evolução do projeto. Outro tipo de dado que normalmente é evidenciado é o número de erros ou defeitos em um processo administrativo. Esse tipo de dado é comum em processos burocráticos complexos que envolvem varias áreas e pessoas, complementa o MBB.

A aplicação do método DMAIC

Na empresa B, o método DMAIC foi utilizado em todos os projetos, sem exceção, mostrando a aplicação das técnicas e ferramentas em cada uma das etapas. Não foi identificada nenhuma dificuldade para sua aplicação e na opinião do MBB o método guia a equipe de projeto na direção da causa raiz e solução do problema. A revisão dos projetos é feita com o MBB para avaliar e validar cada uma das etapas do DMAIC

As Ferramentas mais utilizadas em cada etapa do DMAIC

Com a análise de cinco projetos foi possível identificar as técnicas e ferramentas usadas ao longo das cinco etapas do DMAIC, que estão descritas na tabela 4.2.

Tabela 4.2: Técnicas e ferramentas em cada uma das etapas do DMAIC para serviços

Fonte: elaborado pelo autor baseado na análise de 5 projetos da empresa B

Utilização de Técnicas e Ferramentas	
etapas do projeto	**Serviços**
Define	gráfico de Pareto, mapeamento macro do processo (SIPOC), voz do cliente (VOC), levantamento de dados e conceitos de amostragem.
Measure	cartas de controle, estudos de capabilidade, gráficos de balanceamento de recursos, diagrama *spaguetti*, mapeamento do processo, análise de operações padrão.
Analyze	diagrama de causa e efeito, 5 por quês, FMEA, teste de hipótese.
Improve	5W1H, teste de hipótese e estudos de capabilidade
Control	plano de controle, cartas de controle, planos de amostragem

Aplicação especifica de algumas técnicas e ferramentas

Mapa do processo

No caso B os processos normalmente não são físicos, mas de transformação e movimentação de informação de um ponto a outro, que em sua maioria ocorre via eletrônica. Mesmo assim o mapeamento teve papel importante para facilitar a comunicação entre as áreas e evidenciar a importância de algumas atividades para atendimento do objetivo do projeto. Para os projetos que tinham como objetivo a redução do tempo, foi usado o mapa do processo com o tempo colocado na "abscissa" juntamente com as etapas do processo, e nas "ordenadas" a divisão e interação entre as áreas, como mostra a figura 4. Neste e caso podemos verificar um maior consumo de tempo para execução das atividades 2 e 3, pertencentes a área B. O tempo total para a execução da atividade foi de 10 dias, e as atividades 2 e 3 da área B consumiram 6,5 dias. Outra observação que pode ser extraída do

mapa é que na área b, a atividade 3 é mais rápida pois assim que recebe as informações da atividade 2 executa o processamento em 2 dias, ou seja, a atividade 2 é que esta consumindo maior parte do tempo levando 4 dias para processar sua atividade.

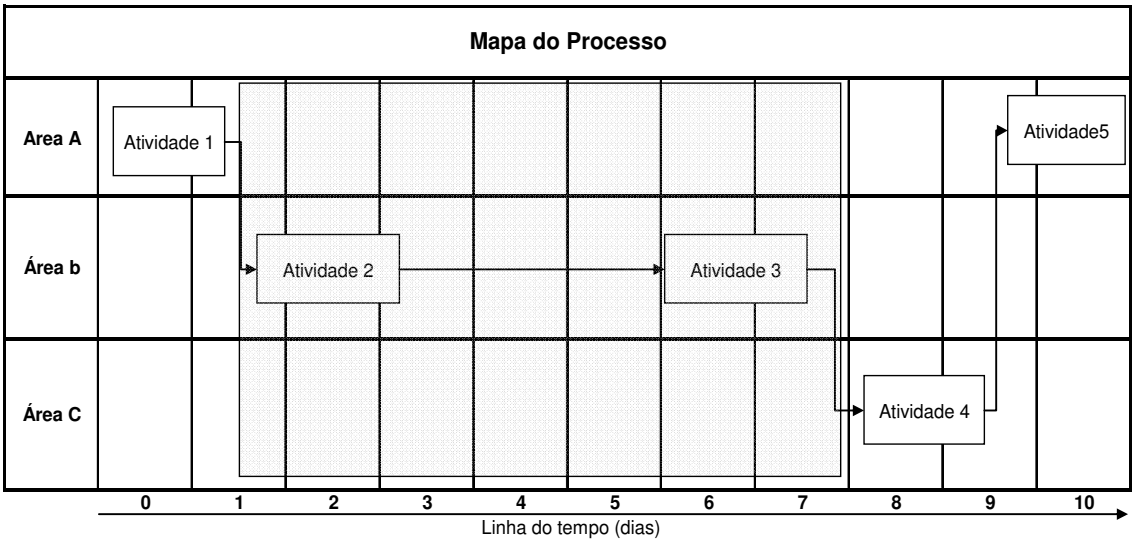

Figura 4.1: mapa do processo usado na empresa de serviços do caso B

Fonte: elaborado pelo autor baseado em um projeto analisado na empresa B

Análise do Sistema de Medição (M.S.A.)

Os problemas tratados pelos projetos em 99% dos casos eram de falhas no tratamento dos dados (defeitos) ou no tempo de tratamento ou transmissão (prazos). No 1º caso, como não se tratam de defeitos físicos medidos por meios quantitativos (instrumentos de medição) ou qualitativos (visuais). Neste caso o MSA é geralmente definido pela fonte geradora da informação. Dados extraídos de um DW (data warehouse – sistema de TI supervisório que gera indicadores operacionais) são mais confiáveis, pois gera informações para a tomada de decisão de todo o banco e possuem um número de técnicos responsáveis pela confiabilidade da informação gerada. O mesmo acontece quando se refere a medição de prazos de transações que operam sob plataformas de TI que possuem DW para a extração de indicadores de desempenho. Quando isso não acontece e recorre-se a extração de dados amostrais manualmente, usam-se os métodos usuais de avaliação de MSA, geralmente por atributos.

Avaliação da capabilidade do processo

A capabilidade do processo somente foi usada para avaliar os processos de serviços relacionados a tempo de execução de um determinado serviço. Quando não se tem uma

especificação para o serviço (que é a maioria dos casos), o time de projeto estabelecia um objetivo em conjunto com a gerência, e assim calculava os índices de capabilidade. Essa avaliação foi feita nas etapas de medição e melhoria (*measure e improve* - D**M**A**I**C) conforme mostra a tabela 4.2. Não houve nenhuma consideração adicional ao fato dos dados não seguirem a distribuição normal. Visualmente foi possível verificar a melhoria no processo por meio do gráfico de capabilidade (antes e depois).

Aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas com maior conteúdo estatístico

Para serviços essas técnicas e ferramentas de maior conteúdo estatístico não foram usadas. Ferramentas mais simples de priorização, mudanças nos fluxos e padronização foram mais usadas, não necessitando aprofundamento estatístico. Mesmo com esse uso restrito as técnicas e ferramentas usadas evidenciaram as causas e alavancaram as melhorias. A carta de controle do tipo P foi usada em um projeto para tratar dados de atributo (número de defeito em um processo interno). O teste de hipótese também foi usado para validar a eficácia de uma ação de melhoria referente a redução do tempo de um serviço interno, porem notou-se um menor utilização.

5 ANÁLISE CONJUNTA DOS DADOS

Neste capítulo, é apresentada a análise conjunta dos casos investigados, tendo como base a estruturação do referencial teórico. A análise dos dados inicia na seção 5.1 que explora os aspectos que caracterizam a implementação e gestão do programa Seis Sigma, o perfil do Black Belt com equipes de projetos e o tempo de execução dos projetos. A análise continua com o uso da CTQ, a natureza e disponibilidade dos dados, a aplicação do método DMAIC e finaliza com o uso especifico e aplicação das técnicas e ferramentas disponíveis no programa Seis Sigma. Um sumário com dessa análise é feito na seção 5.2.

No decorrer deste capítulo será mencionado o nome das empresas e casos analisados, assim se faz necessário algumas definições para facilitar a dissertação, como segue:

- Empresa autor: empresa de manufatura com projetos Seis Sigma analisados em processo de manufatura e serviços (capitulo 3);
- Empresa A: empresa de manufatura analisada no estudo de casos múltiplos com projetos em manufatura e serviços (capitulo 4);
- Empresa B: empresa de serviços analisada no estudo de casos múltiplos com projetos somente em serviços (capitulo 4);

5.1 Análise dos dados

A implementação e gestão do programa Seis Sigma

A implementação do programa de Seis Sigma, foi iniciado com apoio de consultoria externa nas três empresas analisadas. Em dois casos com consultoria americana e no terceiro caso com consultoria brasileira. O fato de que em dois casos foram usadas consultorias externas ao Brasil reside praticamente na preocupação das empresas em nivelar o programa de entre suas subsidiarias, por se tratarem de empresas americanas multinacionais com presença global. A consultoria brasileira tem excelente reputação e foi mencionada como fator positivo durante a entrevista com o *Master Black Belt* da empresa B, pois existe maior facilidade na comunicação, o que não ocorreu na empresa Autor e na empresa A, por se tratarem de consultores americanos.

O plano de desdobramento do programa Seis Sigma foi muito similar entre os três casos, iniciando com alta administração com treinamento de dois a três dias e para os candidatos a *Black Belts* com treinamento de quatro semanas espaçadas em quatro meses.

O conteúdo do treinamento para os *Black Belts* foi similar entre as empresa de manufatura (empresa autor e empresa A) e de serviços (empresa B), sendo a única diferença identificada durante a entrevista foi que para a empresa B (serviços) os exemplos de aplicação das técnicas e ferramentas eram em atividades e projetos em serviços, enquanto que o padrão normal tem maior uso de exemplos de manufatura.

O perfil do Black Belt (BB)

Nota-se uma sucinta diferença no perfil dos BB em manufatura e serviços. Em manufatura o perfil requerido é mais técnico, com profundo conhecimento em tecnologia de processo e das técnicas e ferramentas de análise que tem maior conteúdo estatístico. Isso é necessário pelo fato de que os projetos são normalmente localizados em maquinas, equipamentos de manufatura e meios de transformação. Assim o *Black Belt* necessita dominar as técnicas e ferramentas de análise para entender a variabilidade e guiar o time para avançar no projeto.

Em serviços essa necessidade de conhecimento profundo das técnicas e ferramentas de maior conteúdo estatístico não foi necessária uma vez que os projetos analisados não as utilizaram. A necessidade maior encontrada durante as avaliações dos projetos do autor e nas entrevistas foi um perfil preparado para lidar com conflitos entre departamentos e na gestão de mudanças. Assim aspectos como liderança, comunicação e habilidade para conduzir mudanças são fundamentais uma vez que os projetos de serviços tendem a interagir mais entre pessoas e áreas que tem interface com o projeto. Outra necessidade especifica do Black Belt no setor de serviços e a habilidade avançada para manipular e extrair bases de dados a partir de sistemas computacionais.

De forma geral as diferenças apontadas para o perfil do *Black Belt* do setor de serviços, é um menor conteúdo de técnicas e ferramentas estatísticas conhecido pelos praticantes do Seis Sigma como *"hard skills",* e maior conteúdo em técnicas e ferramentas para tratar o comportamento e atitudes interpessoal conhecido com *"soft skills"* . Vale salientar que a maior quantidade de capital empregado nas fábricas geralmente esta na tecnologia, na matéria-prima e nos meios de transformação, enquanto em serviços este capital está no trabalho intelectual. Resolver problemas nestes dois ambientes requer um conjunto de habilidades e competências distintas. Enquanto um Black Belt num projeto no setor de serviços deve dedicar uma boa parte do seu tempo resolvendo conflitos e buscando consenso para que pessoas alterem um fluxo de trabalho burocrático, na indústria o Black Belt geralmente tem esta mesma dedicação com equipes de projetos de máquinas e equipamentos

buscando melhores ajustes destes recursos no resultado final dos processos. Obviamente as técnicas e ferramentas para mudar pessoas não são as mesmas para alterar projetos e máquinas, assim o perfil do Black Belt para o setor de serviços seria menos focado nos "*hard skills*" (elevado conhecimento de técnicas e ferramentas estatísticas) e mais nos "*soft skills*" (comportamentos e atitudes).

As equipes de projeto

Nos maioria dos projetos analisados em de manufatura, verificou-se uma formação de equipes multifuncionais. O engenheiro de manufatura responsável pela área do projeto ou então o representante da qualidade normalmente lideravam os projetos atuando como *Black Belt*. As equipes de projeto também tinham representante da produção, que na maioria dos casos, era um operador de maior experiência do processo analisado. Em alguns casos também tinham representante da manutenção. As equipes tinham algum conhecimento prévio das técnicas e ferramentas mais básicas devido a programas anteriores, porem para aplicações especificas como o mapa de processo foi necessário um nivelamento no conhecimento sobre a ferramenta.

Em serviços também foi observada a formação de times multifuncionais com maior diversificação que em manufatura. O critério para escolha do time se baseou em um mapeamento macro do fluxo do processo à ser analisado, observando-se as áreas de interface com o processo principal que se queria analisar. Assim o time de projeto foi composto de representantes das áreas de interface com o processo principal analisado e o líder do projeto que atuava como *Black Belt* normalmente conhecia bem o processo principal. Isso também ocorria com as áreas de interface, em que o representante também conhecia esse processo de apoio. Normalmente eram pessoas de elevado nível educacional, e em alguns casos com mesmo nível hierárquico que o líder do projeto. O nivelamento dessa hierarquia pode justificar um maior esforço para introdução das mudanças pois o senso crítico dos membros de equipe é muito elevado (grande parte do grupo possui nível superior), e o questionamento sobre as mudanças ocorria o tempo todo. As técnicas e ferramentas ajudaram a evidenciar as falhas e pedem reduzir a dificuldade de introdução nas mudanças e assim se fez necessário um nivelamento de conhecimento antes de iniciar os projetos.

O tempo de execução de um projeto

Nos projetos relatados pelo autor (capitulo 3) tivemos um tempo maior em serviços enquanto que nos projetos da empresa A ocorreu exatamente o contrário, sendo o tempo de

execução dos projetos de manufatura maior que em serviços. As causas do maior tempo foram explicadas de forma distinta para os dois casos. No primeiro caso em serviços ocorreu maior tempo para conseguir os dados, devido a sua natureza, como citado o tempo para fechamento de inventário em que a freqüência é mensal e assim temos menor disponibilidade de dados. Também foi apontada como causa o longo tempo para medir a efetividade da ação tomada para o inventário de produtos novos. No segundo caso a justificativa apresentada para manufatura, foi o tempo de conclusão da etapa de melhoria (*DMAIC-Improve*), pois em dois projetos houve a necessidade de investimento de novo ferramental, que acabou aumentando o tempo de projeto.

No caso da empresa de serviços foram citadas duas realidades distintas de tempo de realização de projetos. A primeira com tempo menor que seis meses, em função de estímulos e benefícios associados aos resultados dos projetos, e a segunda realidade após uma associação ocorrida na empresa B, com mudanças nas diretrizes e na gestão, que elevaram o tempo de execução dos projetos em alguns casos para mais de um ano. Esse fato citado chama a atenção para a gestão do programa, em que com uma gestão comprometida com o programa o tempo médio de conclusão dos projetos foi menor, e que com uma gestão que não esta totalmente alinhada com o programa. Isso independente do segmento de negócios de uma empresa (manufatura e serviços).

Este fato encontrado na pesquisa, esta alinhado com a literatura, que cita o "comprometimento da alta administração" como um dos principais fatores críticos de sucesso para o programa Seis Sigma (ANTONY e BANUELAS, 2002; CHARKRABARTY e CHUAN, 2009; entre outros). A literatura ainda complementa afirmando que sem o apoio contínuo e comprometimento da alta administração, será questionável a verdadeira importância do programa e a energia do sistema será gradativamente reduzida (PANDE et al., 2000).

O uso da CTQ para manufatura e serviços.

No primeiro projeto de manufatura descrito pelo autor, o cliente do projeto era o gestor da área, que desejava reduzir o custo de fabricação e assim focou o projeto na redução de sucata no setor de empastamento. No segundo projeto de manufatura descrito pelo autor projeto (número 2), o cliente final estava mais próximo ao projeto, e sua insatisfação estava no fato de duas características de produto não atenderem sua necessidade. Desta forma, sua necessidade foi desdobrada para CTQs, aplicado as características técnicas de produto (baixa

força de extração de insertos e posição dos insertos). Na pesquisa com a empresa A, os projetos de manufatura estavam conectados aos clientes internos, que focavam em redução de custo. Assim as CTQs também foram desdobradas para características técnicas de produto que afetavam o desempenho do processo.

Em serviços, nos projetos descritos pelo autor, os clientes foram os gestores internos que focaram os projetos nos indicadores de desempenho de seu setor. Caso similar ocorreu na empresa A, onde os gestores dos processos de apoio também foram os clientes e focaram os projetos em seus indicadores de desempenho. Os dois casos analisados de serviços são processos administrativos que nessa dissertação tratamos como sinônimo de serviços, entretanto para a tratativa da CTQ encontramos uma diferença, pois em serviços temos a figura do cliente final que usa o serviço, e tem uma proximidade maior com o processo gerador do serviço. Nos processos administrativos tratados, o cliente foram os gestores das áreas, que estava interessado em seus indicadores de desempenho. O cliente externo não teve participação direta na definição da CTQ.

Na empresa B (serviços) encontramos uma conexão mais acentuada com o cliente final, usuário do serviço. Grande parte dos projetos, tinham relação direta com a satisfação do cliente, seja pela redução do tempo de processamento de um determinado serviços, ou pela redução de erros e defeitos em um serviço. Assim a maioria das CTQ s tinham conexão com a satisfação dos clientes.

Charkrabarty e Chuan (2009) reforçam a importância do uso das CTQs, e colocam alguns exemplos de CTQs relacionados a prestação de serviço, que estão bem alinhados com os fatos encontrados na empresa B:

- Tempo de espera do cliente;
- Tempo para realização de um serviço;
- Custo de um serviço;
- Tempo para responder uma reclamação do cliente
- Acuracia e precisão ao responder um questionamento do cliente;

Em uma análise mais detalhada verificamos que as CTQs buscam uma relação direta com o desejo do cliente, seja esse externo ou mesmo interno. Em manufatura o cliente pode ser o próprio gestor da área que procura, por meio do projeto melhorar a eficiência e eficácia dos processos sob sua responsabilidade. Na maioria dos casos as CTQs de manufatura estão associadas a uma característica de desempenho do produto ou processo. O autor Breyfogle

(2003) reforça essa afirmação, definindo CTQ como uma importante saída de um processo, e que em alguns casos se resumem a uma característica de produto, como um diâmetro, uma planicidade, uma característica elétrica, entre outros.

Na empresa de serviços ficou evidente a proximidade com o cliente final (usuário do serviço) e sua importância para o bom desempenho do negócio. É importante salientar que se devem buscar meios para medir a satisfação do cliente e buscar oportunidades nos pontos de insatisfação, colocando os projetos de melhoria.

A literatura também cita que a conexão do projeto com cliente como um fator crítico de sucesso para o programa Seis Sigma (ANTONY e BANUELAS, 2002) e menciona o CTQ como o meio de fazer essa ligação.

Disponibilidade e natureza dos dados

Nos processos de manufatura descritos pelo autor, foi possível observar uma maior disponibilidade e facilidade para acesso aos dados. Já existiam sistemas e rotinas de apontamento e mesmo nos caso em que o projeto contemplou itens que não eram padronizados no apontamento, a sua introdução foi feita de forma rápida e eficaz. Os dados também puderam ser caracterizados por meio da distribuição normal, o que facilitou e não restringiu o uso das diversas técnicas e ferramentas disponíveis no programa Seis Sigma.

Nos processos de serviços (descritos pelo autor), houve dificuldade para conseguir os dados, pois as informações requeridas não tinham uma forma padronizada de registro e arquivamento. Os dados não foram caracterizados pela distribuição normal restringindo o uso de algumas técnicas e ferramentas, mas vale salientar que isso não limitou o resultados dos projetos, que por meio das técnicas e ferramentas mais simples, conseguiram resultados satisfatórios.

Esse mesmo comportamento em manufatura e serviços foi observado na pesquisa com a empresa A, onde os relatos do MBB, e também por meio de análise de projetos, reforçaram os mesmos pontos, ou seja, em manufatura notou-se maior facilidade para conseguir dados e caracterizar o problema, e em serviços observou-se dificuldade para aquisição de dados em alguns projetos, pois a forma de registro não era padronizada e dependia das pessoas que faziam as atividades. Também a natureza dos dados teve o mesmo comportamento. Adicionalmente aos relatos dos projetos autor, foi verificado em projetos da empresa A que a qualidade dos dados nos projetos de serviços, também foi um fator de dificuldade, pois em

alguns casos não foi possível a comparação e o tratamento estatístico, sendo que não tinham a mesma base de referencia.

Na empresa de serviços (empresa B), grande parte dos dados tratava-se de variáveis discretas (erros/defeitos) que não seguem o comportamento da distribuição normal. Outra parte dos dados esta relacionado ao tempo de execução das atividades, que em sua maioria também não seguem a distribuição normal. Nos projetos analisados não foi feito nenhum tratamento estatístico não paramétrico (que é indicado quando não se tem um comportamento dos dados modelados pela distribuição normal), e foram usadas as mesmas técnicas e ferramentas de manufatura que se baseiam na distribuição normal. O resultado dos projetos, não foi influenciado por esse fator, e obtiveram êxito, pois as ferramentas conseguiram evidenciar a situação anterior (ruim) e a posterior com as melhorias. Já a falta de informações e dados não e foi verificada no setor bancário, pois tem padrões de registros e certa abundância em levantamento de dados.

A aplicação do método DMAIC

Nos projetos descritos pelo autor o método DMAIC foi aplicado nos dois tipos de processos ficando evidente o uso das técnicas e ferramentas, caracterizando cada uma de suas etapas. Essas etapas (Define, Measure, Analyse , Improve e Control) garantiram que as técnicas e ferramentas fossem aplicadas de forma disciplinada, direcionando os projetos para as possíveis e melhores soluções da causa raiz dos problemas. Não foi verificada nenhuma restrição nas duas aplicações, e notou-se que o método DMAIC guiou a equipe ao longo dos projetos agregando valor em manufatura e em serviços.

Nos projetos da empresa A, o método DMAIC também foi aplicado e ficou caracterizado em cada uma de suas etapas.

Na empresa B, que é especificamente de serviços, da mesma forma que em manufatura, verificou-se que o método DMAIC foi aplicado e direcionou a equipe de projeto na direção da causa raiz e solução do problema, agregando valor ao projeto.

Os resultados encontrados nos relatos dos projetos do autor, na empresa A e na empresa B reforçam o que encontramos na literatura relativos ao método DMAIC. Rivera e Marovich (2001) afirmam que a metodologia “DMAIC” representa as fases fundamentais no desenvolvimento de projeto Seis Sigma. Essas etapas garantem que as empresas apliquem as técnicas em uma metódica e disciplinada sequencia, direcionando a correta execução dos projetos e incorporando os resultados alcançados por eles. Kumi e Morrow (2006), afirmam

que o método DMAIC baseia-se na coleta e análise de dados por meio de técnicas e ferramentas estatísticas e de gestão, que ajudam na análise dos dados e direcionam as possíveis e melhores soluções para a causa raiz do problema. Antony (2006) detalha o uso do "DMAIC" especialmente para Serviços, sugerindo uma sequencia de atividades em cada uma de suas etapas. Antony e Banuelas (2002), Kumi e Morrow (2006) entre outros autores complementam colocando o método DMAIC como um fator crítico de sucesso para a implementação do programa Seis Sigma.

As Ferramentas utilizadas em cada etapa do DMAIC

Na descrição dos projetos pelo autor (capitulo 3) temos a descrição das técnicas e ferramentas utilizadas em cada uma das etapas do DMAIC. Esse levantamento também foi adotado na pesquisa de casos múltiplos com as empresas A e B. Uma primeira comparação pode ser verificada por meio da tabela 5.1, que mostra um resumo consolidando por empresa analisada (empresa autor, empresa A e empresa B), por tipo de aplicação (manufatura e serviços) em cada uma das etapas do ***DMAIC.***

Tabela 5.1: Técnicas e ferramentas utilizadas em projetos Seis Sigma de manufatura e serviços

Fonte: elaborado pelo autor baseado no resultado da pesquisa dessa dissertação

Utilização de Técnicas e Ferramentas					
Etapas do projeto	**Manufatura empresa autor**	**Manufatura empresa A**	**Serviços empresa autor**	**Serviços empresa A**	**Serviços empresa B**
Define	SIPOC Gráfico de Pareto Mapa do processo Gráfico de tendências.	SIPOC Gráfico de tendências Mapa do processo Gráfico de Pareto	SIPOC Gráfico de Pareto Gráfico de pizza Gráfico de tendência Matriz de impacto	SIPOC Gráfico de tendências Mapa do processo Gráfico de controle P NP Planilha de estratificação de dados (habilidade Excel) Gráfico de Pareto Mapa do processo	Gráfico de Pareto Mapeamento macro do processo SIPOC Voz do cliente (VOC) Levantamento de dados Conceitos de amostragem.
Measure	SIPOC Mapa do processo Análise do sistema de medição (R&R) Capabilidade do processo Analise de normalidade Nível sigma Carta de controle X-barra e R.	Diagrama de causa e efeito Matriz XY FMEA Gráfico de Pareto Capabilidade do processo Análise do sistema de medição (R&R) e Atribute Gage Study Nível Sigma Gráfico de controle	Folha de coleta de dados para analise da medição Método comparativo para analise do sistema de medição Mapa do processo Carta de controle por atributos (P, NP) Estacionamento de oportunidades Matriz de impacto	Diagrama de causa e efeito Matriz XY Gráfico de Pareto Gráfico de controle	Cartas de controle Estudos de capabilidade Gráficos de balanceamento de recursos Diagrama *spaguett* *M*apeamento do processo Análise de operações padrão.
Analyze	Mapa do processo Diagrama de causa e efeito Análise multivariada Delineamento de experimentos (DOE) Teste de hipóteses Regressão linear Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA).	Planilha de confirmação de causa Gráfico de Pareto Gráfico de tendência Gráfico de controle Teste de hipóteses Delineamento de experimentos (DOE) 5 Porquês	Mapa do processo Gráfico de tendência Diagrama de causa e efeito Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) Matriz de impacto	Planilha de confirmação de causa Gráfico de Pareto Teste de hipóteses 5 Porquês	Diagrama de causa e efeito 5 por quês Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) Teste de hipótese.
Improve	Matriz de solução de problemas Teste de hipóteses Delineamento de experimentos Capabilidade do processo Mapa do processo Matriz de impacto	Matriz de melhorias(impacto) Capabilidade do processo Regressão linear Teste de hipóteses Delineamento de experimentos	Matriz de impacto Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) Carta de controle por atributos (P, NP) Mapa do processo	Matriz de melhorias(impacto) Mapa do processo	5W1H Teste de hipótese Estudos de capabilidade
Control	Gráfico de tendência Carta de controle de X-barra-R Plano de controle Planilha de analise financeira.	Gráfico de controle Planilha financeira Plano de processo Capabilidade do processo Gráfico de tendência	Gráfico de tendência Procedimentos Instruções de trabalho Planilha de analise financeira.	Gráfico de controle Planilha financeira Gráfico de tendência Procedimentos	Plano de controle Cartas de controle Planos de amostragem

Em uma segunda análise, para melhorar a visualização das diferenças no uso das técnicas e ferramentas entre manufatura e serviços, consolidamos as empresas nos processo de manufatura e serviços. Isso é demonstrado na tabela 5.2.

Tabela 5.2: Consolidação das técnicas e ferramentas utilizadas em projetos Seis Sigma

Fonte: elaborado pelo autor baseado na pesquisa dessa dissertação

Utilização de Técnicas e Ferramentas		
Etapas do projeto	**Manufatura empresa A**	**Serviços empresa A**
Define	SIPOC Gráfico de tendências Mapa do processo Gráfico de Pareto	SIPOC Gráfico de tendências Mapa do processo Gráfico de controle P NP Planilha de estratificação de dados (habilidade Excel) Gráfico de Pareto Mapa do processo
Measure	Diagrama de causa e efeito Matriz XY FMEA Gráfico de Pareto Capabilidade do processo Análise do sistema de medição (R&R) e Atribute Gage Study Nível Sigma Gráfico de controle	Diagrama de causa e efeito Matriz XY Gráfico de Pareto Gráfico de controle
Analyze	Planilha de confirmação de causa Gráfico de Pareto Gráfico de tendência Gráfico de controle Teste de hipóteses Delineamento de experimentos (DOE) 5 Porquês	Planilha de confirmação de causa Gráfico de Pareto Teste de hipóteses 5 Porquês
Improve	Matriz de melhorias(impacto) Capabilidade do processo Regressão linear Teste de hipóteses Delineamento de experimentos	Matriz de melhorias(impacto) Mapa do processo
Control	Gráfico de controle Planilha financeira Plano de processo Capabilidade do processo Gráfico de tendência	Gráfico de controle Planilha financeira Gráfico de tendência Procedimentos

Analisando o uso das técnicas e ferramentas observou-se que a preferência em serviços é dada para técnicas e ferramentas de menor conteúdo estatístico. O delineamento de experimento, regressão linear, análise de correlação, teste de normalidade somente tem sua utilização demonstrada nos processos de manufatura. Isso também fora identificado na literatura por meio da pesquisa mostrada no capitulo 2.5.3, em que Charkrabarty e Chuan (2009) comparam o uso de técnicas e ferramentas aplicadas em projeto Seis Sigma de serviço, com outra pesquisa, feita por Antony e Banuelas (2002) em fábricas de manufatura da Inglaterra. Os autores observaram que as ferramentas e técnicas com maior conteúdo estatístico são as menos preferidas pelas organizações de serviços. Ferramentas e técnicas estatísticas como análise de regressão, delineamento de experimentos, análise de correlação entre outras não aparecem na aplicação de serviços e em contraste são muito utilizadas por projetos em manufatura. Essa análise também revela que algumas técnicas e ferramentas aparecem nas duas aplicações porem em ordem de preferência distintas.

As Ferramentas de maior utilização nos projetos Seis Sigma

A revisão bibliográfica propiciou a comparação das técnicas e ferramentas mais utilizadas em manufatura e serviços, por meio de uma pesquisa der Antony e Banuelas (2002) e Charkrabarty e Chuan (2009). Na pesquisa feita nesta dissertação pudemos verificar as ferramentas utilizadas por três empresas que utilizam o programa Seis Sigma, porem em função do tamanho da amostra, a pesquisa não teve o objetivo de verificar o maior uso das técnicas e ferramentas, e assim não se pode comparar a pesquisa desta dissertação com as duas pesquisas citadas. Porem é possível avaliar se nas pesquisas relatadas (capitulo 2.5.3), as técnicas e ferramentas de maior uso também foram utilizadas na pesquisa desta dissertação.

A figura 5.1 mostra as técnicas e ferramentas de maior utilização em processos de manufatura verificado na revisão bibliográfica.

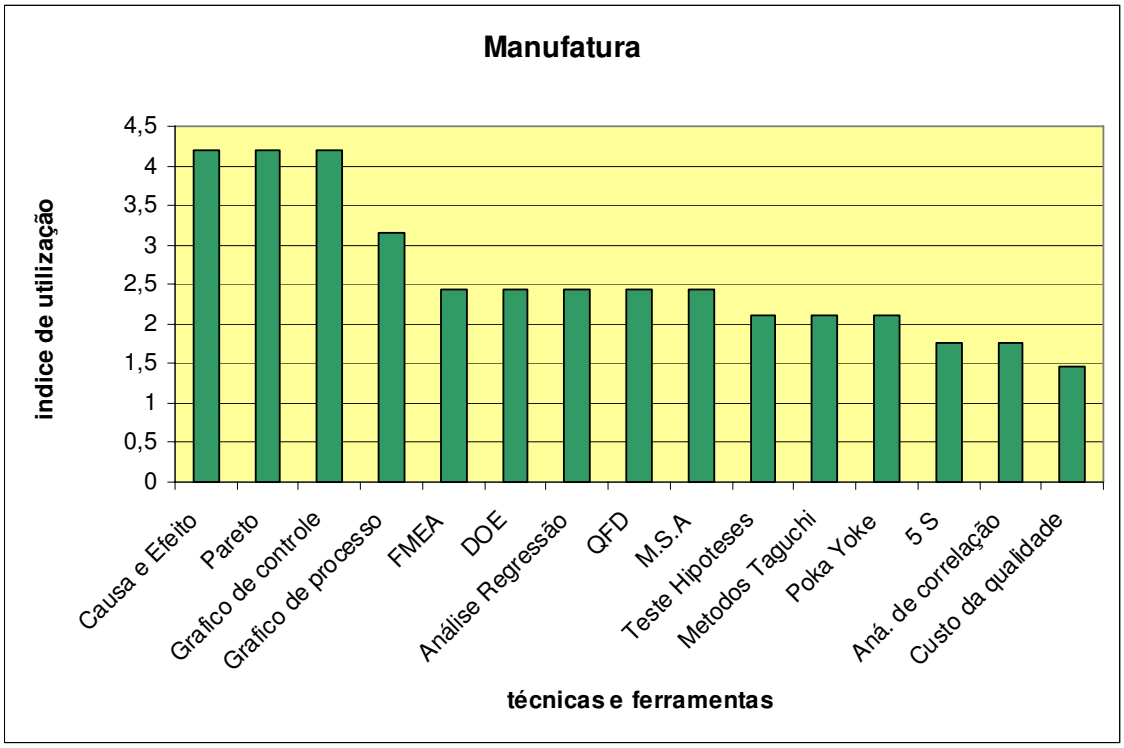

Figura 5.1: Gráfico de técnicas e ferramentas mais utilizadas em projetos Seis Sigma de manufatura

Fonte: elaborado pelo autor baseado na pesquisa de Antony e Banuelas (2002)

Analisando as ferramentas mais utilizadas em manufatura na tabela 5.2, podemos observar que quase todas as técnicas e ferramentas mencionadas tiveram seu uso e aplicação confirmada nos projetos analisados, na pesquisa dessa dissertação. As exceções encontradas foram o Desdobramento da Função Qualidade (*Quality Function Deployment-QFD*) e nos métodos Taguchi. A explicação do *não uso,* pode ser pelo fato de que tanto o QFD como o método Taguchi, normalmente são utilizados em projetos de desenvolvimento de processo e produto, mais voltados ao programa Seis Sigma no método DMADV. Nesta dissertação o escopo foi somente a análise do programa Seis Sigma no método DMAIC.

O 5S também não foi mencionando como técnica e ferramenta usada nos projetos da pesquisa dessa dissertação, mas tiveram seu uso verificado com ação de melhoria no local de trabalho em alguns dos projetos, resultante do uso da matriz de impacto. Da mesma forma a técnica de custo da qualidade não foi mencionada, mas faz parte da metodologia de seleção de projetos nas duas empresas de manufatura analisadas (empresa autor e empresa A) e também tem o seu uso no fechamento dos projetos por meio da planilha financeira que calcula o custo da qualidade antes e após o projeto.

A seguir temos a mesma análise verificando se as técnicas e ferramentas mais usadas em serviços (capitulo 2.5.3) também foram usadas nos projetos analisados nessa dissertação.

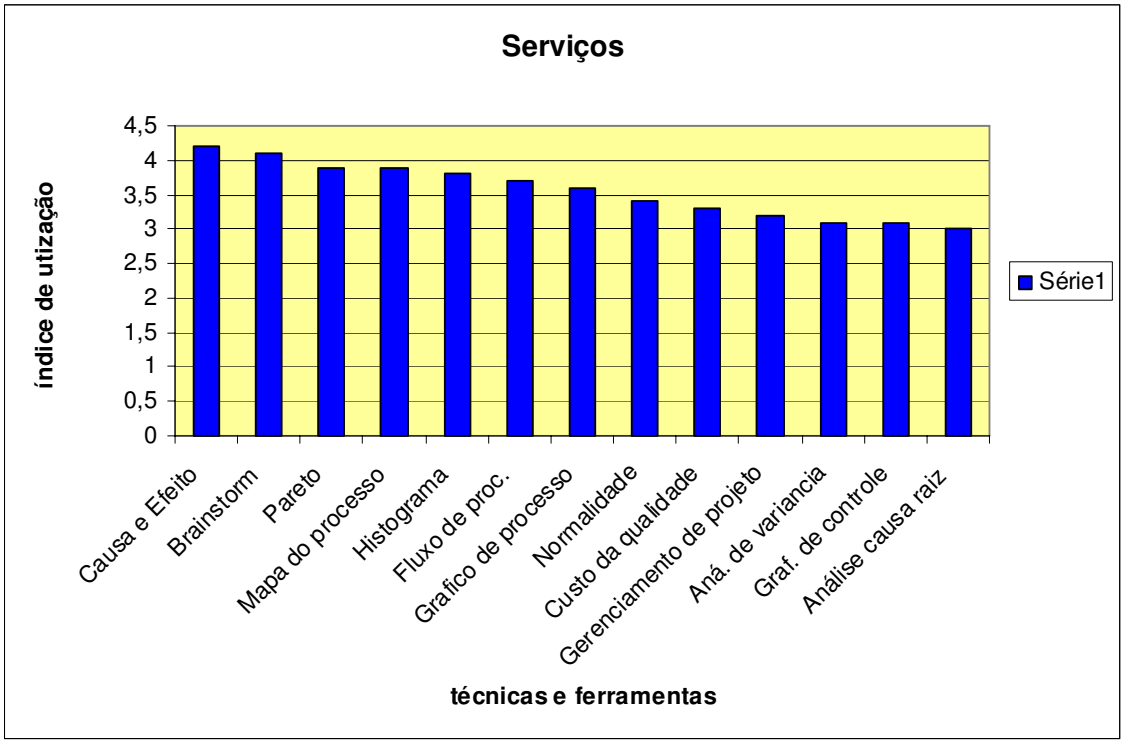

Figura 5.2: Gráfico de técnicas e ferramentas mais utilizadas em projetos Seis Sigma de serviços

Fonte: elaborado pelo autor baseado na pesquisa de Charkrabarty e Chuan (2009)

Analisando as ferramentas mais utilizadas em serviços no gráfico 5.2, podemos observar que quase todas as técnicas e ferramentas mencionadas tiveram seu uso e aplicação confirmados, nos projetos de serviços analisados por meio da pesquisa dessa dissertação. A exceção encontrada foi somente o *estudo* de normalidade, em que não foi aplicado em nenhum dos projetos analisados na empresa autor, empresa A e também na empresa B. O não uso de teste de normalidade pode acarretar erro na previsão e inferência sobre o processo, podendo levar a ações de melhorias que não surtem o efeito esperado. Entretanto, esse erro na predição não foi observado em nenhum dos projetos analisados nessa dissertação.

Essas técnicas e ferramentas de menor conteúdo estatístico para serviços também são mencionadas na literatura (CHARKRABARTY e CHUAN, 2009; HARRY, 2000; GONÇALVES, 2004).

Aplicação especifica de algumas técnicas e ferramentas:

Mapa do processo

Conforme mostra a tabela 5.1, todas as aplicações em manufatura e serviços usaram o mapa do processo, no inicio do projeto, nas etapas de definição e medição (***DM***AIC), e em alguns casos o mapa continuou a ser usado ao longo do projeto.

Para os projetos da empresa autor, foi mencionado como ferramenta importante para o desenvolvimento do projeto nos dois tipos de processos (manufatura e serviços), porem foi relatada uma sucinta diferença. Nos projetos de manufatura o mapa do processo foi relevante para definir o escopo e focar na etapa do processo que gerava a falha ou defeito. Nesta etapa ocorreu um detalhamento das entradas e saídas para direcionar a investigação da causa. Entretanto esse detalhamento do mapa não foi utilizado em serviços, pois a importância dessa ferramenta em serviços foi para mostrar a conexão entre os departamentos envolvidos com o serviço e evidenciar as lacunas e responsabilidades importantes que afetavam a qualidade do serviço. Também foi observado nos projetos de serviços, que o foco aconteceu em mais de uma das etapas e também em mais de um departamento ou setor envolvido com o serviço, necessitando a intervenção de outras áreas e gerencias.

Para a empresa A, observou-se um comportamento parecido nos projetos analisados de manufatura e serviços, ou seja, um mapa mais específico em manufatura detalhamento a etapa de interesse e um mapa mais genérico em serviço mostrando a conexão das áreas de interface com o projeto.

No caso da empresa de serviços B, os processos normalmente não são físicos, mas de transformação e movimentação de informação de um ponto a outro, normalmente via eletrônica. Mesmo assim o mapeamento teve papel importante para facilitar a comunicação entre as áreas e evidenciar a importância de algumas atividades para atendimento do objetivo do projeto. Para os projetos que tinham como objetivo a redução do tempo, foi acrescentado ao mapa do processo o tempo médio em escala de cada atividade, evidenciando forma visual e de fácil compreensão onde se estava consumindo mais tempo para realização do serviço e assim direcionar a equipe de projeto.

Análise do Sistema de Medição (M.S.A.)

Nos projetos de manufatura analisados da empresa autor, e também na empresa A, evidenciou-se o uso de técnicas e ferramentas de avaliação do sistema de medição (M.S.A.) de forma acadêmica, ou seja, conforme material disponibilizado nos treinamentos de Seis

Sigma. Em serviços, nos dois casos analisados, a aplicação de tais métodos não foi possível nos problemas principais, e precisou de criatividade para se fazer avaliação do sistema de medição, usando métodos de comparação simples usando mais de uma fonte de dados, como por exemplo o inventario do sistema informatizado e o inventário físico de peças.

Nos projetos de serviços da empresa B, os problemas tratados eram na maioria dos casos falhas no tratamento dos dados (defeitos) ou então no tempo de tratamento ou transmissão (prazos). No 1º caso, (defeitos) como não se tratam de defeitos físicos medidos por meios quantitativos (instrumentos de medição) ou qualitativos (visuais) e o MSA é geralmente definido e avaliado pela fonte geradora da informação, pois são extraídos de um banco de dados mais confiável (data warehouse – DW), que geram informações para a tomada de decisão de todo o banco e possuem um número de técnicos responsáveis pela confiabilidade da informação gerada.

O objetivo dos times de projeto em todos os casos analisados, foi analisar a qualidade e confiabilidade dos dados que foram disponibilizados para análise e apesar dos métodos diferenciados, ou seja, o uso de técnicas para execução do M.S.A., mais rigoroso para manufatura e mais simples para serviços, o conceito do "M.S.A" foi importante avaliar os dados e aumentar o nível de confiança nas decisões tomadas.

Avaliação da capabilidade do processo

Nos processos de manufatura da empresa autor foi observado a avaliação de capabilidade nos dois projetos analisados O uso dessa ferramenta estatística possibilitou caracterizar o nível de desempenho inicial do processo para posteriormente comparar com o novo patamar alcançado, após as melhorias implementadas. Nos projetos de serviços da empresa autor, essa avaliação não foi feita. Pode ser pela falta de especificação e também pela natureza dos dados que estavam sendo analisados (nível de inventário e criação de um processo de nacionalização de componentes). Outro fator que dificultou a análise de capabilidade em serviços e o fato de que o cálculo da capabilidade se baseia na distribuição normal e para os processos de serviços, ao tratarmos com defeitos, erros e falta de informação, normalmente não são caracterizados pela distribuição normal. Esses tipos de dados de serviços tendem a seguir a distribuições binomiais, Poisson, exponencial entre outras, o que levariam a cálculos e considerações mais complexas. Independente da razão o fato é que não foi necessário o cálculo de capabilidade para a evolução dos dois projetos de serviços analisados.

Na empresa A, a capabilidade do processo teve o mesmo tratamento, ou seja, foi usada para avaliar os processos de manufatura nas etapas de medição e melhoria (***DMAIC*** - *measure e improve*) e em serviços essa ferramenta não foi usada.

Na empresa de serviços B a capabilidade do processo somente foi usada para avaliar os processos de serviços relacionados a tempo de execução de um determinado serviço, ou seja, quando a natureza do dados permitiu a análise. Não houve nenhuma consideração adicional ao fato dos dados não seguirem a distribuição normal. Visualmente foi possível verificar a melhoria no processo por meio do gráfico de capabilidade (antes e depois da melhoria no processo).

Aplicação de técnicas e ferramentas com maior conteúdo estatístico

Nos projetos de manufatura verificou-se a utilização de técnicas e ferramentas com elevado conteúdo estatístico como o uso de regressão linear, teste de hipóteses e delineamento de experimentos (DOE). O uso dessas técnicas e ferramentas estatísticas foi fundamental para entender as causas e equacionar a variabilidade dos processos, tendo uma grande relevância para a análise, evolução e conclusão dos projetos analisados.

Nos projetos de serviços, as análises foram feitas com uso de técnicas e ferramentas mais simples e de menor conteúdo estatístico, tais como a matriz de impacto, mapa do processo, gráfico de Pareto, gráfico de pizza. A ênfase foi no fluxo da informação, ferramentas de priorização e avaliação de lacunas entre atividades dos departamentos envolvidos (análise qualitativas). Mesmo com certa carência de dados e apenas com o uso de ferramentas básicas, que em sua maioria tinham apelo visual, foi possível evoluir no projeto, identificar as causas, propor e aplicar as ações de melhoria pelos times de projeto, sem a necessidade de técnicas e ferramentas mais sofisticadas. A natureza dos dados bem como dificuldade para coletá-los, podem ter dificultado a aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas nos projetos de serviços. Isso ficou evidenciado em vários projetos de serviços, em que não se tinha um padrão definido para registro dos fatores importantes de desempenho dos projetos. Desta forma dificultou muito a obtenção dos dados e também em alguns casos interferiu na qualidade da informação dos dados.

5.2 Síntese da análise comparativa

A tabela 5.3 apresenta um sumario dos fatores analisados, com as principais similaridades e diferenças encontradas durante a pesquisa dos casos, na aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços.

Tabela 5.3: Análise das similaridades e diferenças da aplicação do programa em manufatura e serviços
Fonte: elaborado pelo autor baseado na pesquisa dessa dissertação

Análise comparativa de projetos em Manufatura e Serviços			Fonte de Observação		
Fator analisado	Similaridades	Diferenças	Literatura	casos vivenciados pelo autor	estudo de casos
O perfil do Black Belt	Tem perfil de liderança, e é respeiado pela equipe de projeto.	Manufatura Possui um perfil mais técnico, voltado a tecnologia de processo alto conhecimento em técnicas e ferramentas estatisticas (*hard skils*) Serviços Necessidade de um perfil preparado para lidar com conflitos entre departamentos e na gestão de mudanças. Assim aspectos como liderança, comunicação, habilidade para conduzir mudanças, são fundamentais uma vez que os projetos de serviços tendem a interagir mais entre pessoas e áreas que interagem com o projeto.			X
Equipes de projeto	Equipes multi-funcionais com bom conhecimento de seu setor ou processo. Representavam as áreas de interface com o processo principal que se está executando o projeto Composto de pessoas que conhecem os detalhes do funcionamento do processo	Manufatura As equipes de projeto também tinham algum conhecimento prévio das técnicas e ferramentas mais básicas devido a programas anteriores. As equipes apresentavam uma hierarquia funcional para com o Black Belt, que pode facilitar a introdução de mudanças. Em serviços Normalmente eram pessoas de elevado nível educacional, com mesmo nível hierárquico que o líder do projeto. O nível educacional e o senso crítico dos membros de equipe é muito elevado (grande parte do grupo possui nível superior), e o questionamento sobre as mudanças ocorre o tempo todo.		x	x
O tempo de execução do projeto	Podem ser afetados por fatores exernos que aumentam o tempo de conclusão dos projetos. Necessitam de apoio da liderança para reduzir o tempo de conclusão dos projetos	Manufatura Alterações em maquinas equipamentos e ferramentas podem elevar o tempo. Pode necessitar de alto investimento para concluir o projeto. Serviços O escasses e o tempo de aquisição de dados pode elevar o tempo.	x		x

Tabela 5.3 continuação

Análise comparativa de projetos em Manufatura e Serviços			Fonte de Observação		
Fator analisado	**Similaridades**	**Diferenças**	**Literatura**	**casos vivenciados pelo autor**	**estudo de casos**
A conexão com o cliente (CTQ)	**Os clientes foram os gestores das áreas e não tivemos a figura do cliente final que usa o serviço, com excessão de alguns projetos na empresa de serviços B.**	***Manufatura*** **Os clientes foram os gestores das áreas** **Não tivemos a figura do cliente final que usa o serviço.** **A CTQs foram desdobradas para caracteristicas de produto ou processo.** ***Serviços nas empresas de manufatura*** **Os clientes foram os gestores das áreas** **Não tivemos a figura do cliente final que usa o serviço.** ***Serviços*** **Na empresa B (serviços) encontramos uma conexão mais acentuada com o cliente final, usuário do serviço. Grande parte dos projetos tinha relação direta com a satisfação do cliente, seja pela redução do tempo de processamento de um determinado serviço, ou pela redução de erros e defeitos em um serviço. Assim a maioria das CTQs tinha conexão com a satisfação dos clientes.**	**X**		**X**
Natureza e disponibilidade dos dados	**De forma geral os dados são mais dificeis de serem coletados em serviços, mas encontramos uma exceção, como no caso do setor bancário, que possui grande quantidade de dados, tanto quanto em manufatura.**	**Manufatura** **Tem abundanca de dados;** **Os dados são continuos em sua maioria;** **Podem ser caracterizados pela distribição normal.** **Serviços** **Em geral têm maior dificuldade na aquisição dos dados;** **Normalmente são dados discretos como defeitos ou defeituosos.** **Em casos de avaliação de tempo de tarefas, que são dados continuos dificilmente podem ser caracterizados pela distribuiçapo normal**	**X**	**X**	**X**
A aplicação do método DMAIC	**Não foi verificada nenhuma restrição na aplicação;** **Guiou a equipe ao longo do projeto;** **Agregou valor ao projeto evidentiando o uso das técnicas e ferramentas em cada uma das etapas**	**Não foi observado nenhuma diferença significativa.**	**X**	**X**	**X**
Aplicação de técnicas e ferramentas	**Varias técnicas e ferramentas podem ser aplicadas em manufatura e serviços.**	**Manufatura** **Utilização de técnicas e ferramentas com elevado conteúdo estatístico, tendo uma grande relevância para a análise, evolução e conclusão dos projetos analisados.** **Serviços** **Uso de técnicas e ferramentas mais simples e de menor conteúdo estatístico, com apelo visual.** **A ênfase foi no fluxo da informação, ferramentas de priorização e avaliação de lacunas entre atividades dos departamentos envolvidos (analise qualitativas).** **A natureza dos dados bem como dificuldade para coletá-los, podem dificultar dificultar a aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas.**	**X**	**X**	**X**

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Após a análise dos casos pesquisados com as considerações finais que seguem neste capítulo, acredita-se ter atingido o objetivo central da pesquisa, enunciado como "análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços". Essa análise comparativa buscou entender se de fato existem diferenças significativas na aplicação em processos de manufatura e serviços, e ainda se existem tais diferenças, que vantagens podemos extrair para beneficio da utilização do programa Seis Sigma em serviços.

No capitulo 1 são listadas cinco atividades julgadas necessárias para se atingir o objetivo central da pesquisa. A primeira atividade identificada foi a necessidade de um referencial teórico para guiar a realização do estudo empírico. Essa atividade foi realizada com o levantamento bibliográfico, focando no programa Seis Sigmas com suas especificidades e diferenciais para aplicação em serviços, sendo apresentada no capitulo 2. A segunda e terceira atividade específica do trabalho, ligados a avaliação empírica de projetos Seis Sigma aplicados em manufatura e serviços, foi executada por meio da análise de projetos vivenciados pelo autor e complementada com uma pesquisa de casos múltiplos em empresas que utilizam o programa Seis Sigma. Essas atividades bem com o método de pesquisa empregado nas pesquisas são descritas nos capítulos 3 e 4. A quarta atividade especifica é a análise dos dados, análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em manufatura e serviços buscando identificar as diferenças e fatos relevantes, detalhando cada um dos tópicos pesquisados e relatando as conclusões. Essa análise detalhada esta descrita no capítulo 5. Finalmente a quinta e ultima atividade é a conclusão e discussão final sobre os fatos relevantes encontrados, que é apresentada neste sexto capitulo.

Os fatos de maior relevância, são expostos por meio das considerações empíricas na seção 6.2.1, relatando também as dificuldades e limitações do programa, para finalmente extrair as vantagens da aplicação em serviços que é apresentado na seção 6.2.2.

6.1 Considerações teóricas

A fim de se atingir o objetivo anteriormente exposto, uma importante etapa desta dissertação consistiu na revisão da literatura descrita no capitulo 2, referente ao programa Seis Sigma, suas especificidades e diferenças na aplicação entre manufatura e serviços. Esta revisão, que contempla a seqüência de etapas e as principais dimensões envolvidas no processo, tornou possível o delineamento de uma análise mais organizada e eficiente, e assim acredita-se que este passo intermediário foi fundamental para a estruturação da pesquisa e da análise comparativa nos casos pesquisados.

6.2 Considerações empíricas

Apesar da limitação inerente a esta pesquisa, que é a impossibilidade de se generalizar os resultados obtidos a partir de apenas três empresas analisadas, existem diferenças encontradas na aplicação em serviços que sugerem algumas reflexões.

O programa Seis Sigma foi aplicado nos dois tipos de processos, e obteve resultados satisfatórios, pois em todos os casos, os processos alcançaram um nível superior de desempenho melhorando a sua eficiência e eficácia, tendo consistência ao longo do tempo.

O método DMAIC também foi aplicado nos dois tipos de processos, sem restrição em nenhuma das etapas, mostrando ser um ciclo virtuoso de melhoria e eficaz para solução de problemas e melhoria organizacional, aplicável a qualquer tipo de processo.

Várias diferenças na aplicação do programa Seis Sigma foram identificadas ao longo da revisão bibliográfica e posteriormente pesquisadas nessa dissertação. Na seção 6.2.1, apresenta-se as principais diferenças e conclusões encontradas.

6.2.1 Principais diferenças na aplicação do programa Seis Sigma em serviços

O perfil do Black Belt

Em manufatura o perfil requerido é mais técnico, com maior conhecimento em tecnologia de processo e também nas técnicas e ferramentas com maior conteúdo estatístico. Em serviços não seria necessário um conhecimento muito profundo nas técnicas e ferramentas de maior conteúdo estatístico, uma vez que os projetos em sua maioria não as utilizam. A necessidade maior encontrada durante as avaliações é um perfil de liderança para introduzir as mudanças e lidar com conflitos entre pessoas e departamentos. A habilidade de facilitar a comunicação entre a equipe de projeto e fazer a ponte com a liderança também é importante neste tipo de processo. Essas características são conhecidas pelos praticantes do Seis Sigma como "*soft skills*".

Outra necessidade especifica do Black Belt no setor de serviços e a habilidade avançada para manipular e extrair dados a partir de sistemas computacionais.

As equipes de projeto em serviços

O time de projeto é composto de representantes das áreas de interface com o processo principal analisado. De forma geral em serviços as equipes apresentam menor diferença hierárquica que gera maior questionamento.

O tempo de execução de um projeto

Nos casos analisados verificamos a presença de fatores internos e externos que elevam o tempo de conclusão dos projetos, e que podem atuar tanto em manufatura como em serviços, e assim independe da natureza da aplicação do programa Seis Sigma. O comprometimento e envolvimento da liderança na gestão do programa, foi identificada como fator crítico para o tempo do projeto, pois prioriza as atividades iniciativa importantes e relevantes e pode afetar ambos os processos.

O uso da CTQ para manufatura e serviços.

Verificou-se em manufatura uma maior distância do projeto para com o cliente final e praticamente todos os casos analisados as CTQs foram definidas em função da expectativa do gestor sendo um cliente interno e geralmente foi desdobrada para uma característica técnica de produto ou processo.

Na empresa B (serviços) encontramos uma conexão mais acentuada com o cliente final, usuário do serviço. Grande parte dos projetos tinha relação direta com a satisfação do cliente, seja pela redução do tempo de processamento de um determinado serviço, ou pela redução de erros e defeitos em um serviço. É importante salientar que se devem buscar meios para medir a satisfação do cliente com oportunidades nos pontos de insatisfação, colocando projetos de melhoria, e quando isso ocorre pode ser um fator de vantagem competitiva.

Disponibilidade e natureza dos dados

Os processos de serviços em geral têm maior dificuldade na aquisição dos dados, pois as informações requeridas normalmente não têm uma forma padronizada de registro e arquivamento. O caso do setor bancário foi uma exceção, pois verificamos que possui grande quantidade de dados, tanto quanto em manufatura.

As variáveis de serviços tendem a serem variáveis discretas (erros/defeitos) que não seguem o comportamento da distribuição normal. Outra parte dos dados esta relacionado ao tempo de execução de atividade, que em sua maioria também não seguem a distribuição normal, restringindo o uso de algumas técnicas e ferramentas. Vale salientar que isso não limitou o resultado dos projetos, que por meio de ferramentas mais simples, conseguiram resultados satisfatórios.

As Técnicas e Ferramentas utilizadas no programa Seis sigma

Na pesquisa realizada nessa dissertação, notadamente a aplicação de ferramentas e técnicas de maior conteúdo estatístico foi maior em manufatura, sendo fundamentais para evolução dos projetos.

Em serviços a preferência foi para o uso de técnicas e ferramentas mais simples, com apelo visual, como é o caso do gráfico de Pareto, mapa do processo, diagrama de causa e efeito, matriz de impacto entre outras. Essa aplicação não exigiu ferramentas e métodos sofisticados e o problema de projeto foi equacionado e resolvido da mesma forma.

Aplicação especifica de algumas técnicas e ferramentas em serviços

Algumas técnicas e ferramentas foram usadas nos dois tipos de processos analisados, entretanto com diferenças sucintas na aplicação.

O mapa do processo é usado na maioria dos projetos de serviço, com objetivo de identificar a conexão entre os departamentos envolvidos com o serviço e evidenciar as lacunas

e responsabilidades importantes que afetavam a qualidade do serviço. Sua aplicação é de forma superficial (macro), porém fundamental para visualização das interfaces departamentais que alavancaram as melhorias. Pode se concentrar em mais de uma etapa e também em mais de um departamento ou setor envolvido com o serviço, necessitando a intervenção de outras áreas e gerências. Para os projetos que tinham com objetivo a redução do tempo, pode ser acrescentado ao mapa do processo o tempo médio em escala de cada atividade, evidenciando assim onde se esta consumindo mais tempo para realização do serviço e assim direcionar a equipe de projeto de forma visual e de fácil compreensão.

Na avaliação do sistema de medição (MSA) em serviços, pode ser necessário criatividade para se fazer o estudo, pois a forma tradicional, ensinada nos treinamentos, tem aplicação limitada, muito em função da natureza dos dados de serviços. Com métodos de comparação simples e em mais que uma fonte de dados, cruzando as fontes de informação, é possível avaliar a consistência, qualidade e confiabilidade dos dados. Apesar dos métodos diferenciados, ou seja, o uso de técnicas mais simples para serviços, essa avaliação dos dados, continua sendo importante para aumentar o nível de confiança nas decisões a serem tomadas.

6.2.2 Dificuldades para aplicar o programa Seis Sigma em serviços

Vários autores relatam as dificuldades de aplicação do programa Seis Sigma em serviços. Hensley e Dobie (2005) citam a dificuldade maior para coletar dados em empresas de serviços e enfatizam que a medição também é mais difícil em serviços devido à pressão causada pela maior interação com o cliente. Esses autores também citam a dificuldade para medir e controlar o resultado do projeto, devido a interação como os vários sub-processos durante a execução do serviço.

Nessa dissertação, por meio das pesquisas e análises realizadas também notamos dificuldades relacionadas a aplicação do programa serviços. A falta de dados referente aos problemas dos projetos, limitando o uso de técnicas e ferramentas de análise bem como a necessidade de criatividade para adaptar algumas das técnicas e ferramentas de forma a agregar valor aos projetos. Também uma maior necessidade de negociação para introduzir as mudanças e administrar os conflitos, pois algumas ações de melhoria afetavam outras áreas com objetivos e interesses distintas. O nível hierárquico da equipe de projeto pode dificultar as mudanças necessitando maior habilidade do *Black Belt* e apoio e intervenção dos gestores.

6.2.3 Vantagens para aplicar o programa Seis Sigma em serviços

Apesar das dificuldades e limitações, também se verificou várias vantagens na aplicação do programa Seis Sigma em serviços.

Com o uso de técnicas e ferramentas mais simples, sem muito conteúdo estatístico, pode ser possível evidenciar as causas principais e assim melhorar o processo, sem a necessidade de aprofundamento estatístico. A gestão visual passa a ter papel importante na comunicação entre a equipe de projeto e pode alavancar melhorias. Eventualmente isso pode ser uma oportunidade para melhorar o currículo, o tempo e o custo do treinamento para Black Belt em serviços, uma vez que as ferramentas mais complexas, não tem muita utilização e acabam tomando boa parte do tempo de treinamento.

Os processos de serviços de forma geral têm sido bem menos explorados que os processos de manufatura, e assim tendem a apresentam um nível de desempenho inferior. Um processo que ainda não foi muito explorado, em linhas gerais pode apresentar maiores oportunidades e menor complexidade, não necessitando de uma análise mais complexa para alcançar o resultado do projeto. Essa característica de serviços pode ser um fator de maior oportunidade ou maior facilidade para se alcançar grandes melhorias.

A carência de dados que é uma característica de serviços, porem o uso do programa Seis Sigma pode contribuir para a mudança de cultura, desenvolvendo indicadores e gerando a necessidade de medir o desempenho dos processos, pois o programa enfatiza a importância de dados e fatos para suportar as decisões, ao invés de suposições e paradigmas, forçando as pessoas a medirem os processos. Desta forma atua no elemento humano, que é fundamental em uma operação de serviços, buscando a mudança de cultura com foco no cliente, integrando com elementos de gestão de processo, coleta e análise de dados visando a melhoria continua.

Na literatura vários autores também mencionam benefícios de se utilizar o programa Seis Sigma em empresas de serviços. A seguir descrevemos alguns benefícios citados pelo autor Antony (2006), e que também foram verificados nas análises dessa dissertação.

- Melhor qualidade na decisão (cultura de decisão baseada em fatos e dados);
- Aumento do conhecimento sobre as necessidades e expectativas do cliente;
- Operações internas mais confiáveis e eficientes, podendo levar a um desempenho melhor da companhia (*market share* e acionistas);
- Aumento e retenção do conhecimento da companhia;

- Redução da variabilidade dos processos de serviço levando a resultados mais previsíveis e consistentes;

6.3 Limitações do Trabalho

Este trabalho apresenta como limitação principal, a impossibilidade de se generalizar os resultados obtidos através da análise de apenas três empresas. Em particular, esta generalização é dificultada pelo fato da análise ter contemplado apenas uma empresa originalmente de serviços, pois nas outras duas empresas analisadas, os projetos de serviços aconteceram em processos de apoio a manufatura, conhecido pelos praticantes do Seis Sigma como processo administrativos. A aplicação nesses processos é similar a serviços, porém pode ter alguma diferença com os projetos em empresas de serviços. Entretanto, apesar da limitação técnica em função da amostragem, os resultados obtidos sugerem fortes indícios de diferenças significativas entre os dois tipos de processos e as conclusões da pesquisa devem ser vistas como uma forte indicação em direção a um entendimento mais amplo dessa aplicação específica do programa Seis Sigma.

6.4 Recomendações para pesquisas futuras

Uma análise das conclusões aqui expostas evidencia várias oportunidades para o prosseguimento de pesquisas vinculadas ao tema deste trabalho. Em primeiro lugar, recomenda-se a realização de pesquisas semelhantes a esta, que busquem verificar a validade dos resultados obtidos quando se analisam projetos executados em outras empresas ou ligados a diferentes ramos de negócio. Uma análise comparativa destes resultados pode ser bastante enriquecedora para uma caracterização mais abrangente dos benefícios do Seis Sigma para serviços, por conseqüência das diferenças na aplicação do programa. A análise de empresas de outra natureza, que não foram contempladas nesse trabalho, como, por exemplo, sistema de telefonia, redes de supermercados, e ainda pequenas e médias empresas de serviços, pode evidenciar a importância de variáveis não contempladas neste trabalho.

O programa Seis Sigma aplicado ao desenvolvimento de processo e produto, conhecido pelos praticantes como *Design For Six Sigma* (*DFSS*), tem algumas peculiaridades que podem ser exploradas pelo setor de serviços. Como exemplo podemos citar que o método

utilizado no programa Seis Sigma analisado nesse trabalho, foi o DMAIC, e para o DFSS o método é o DMADV apresentado superficialmente no capitulo 2, seção 2.4.2. Esse método pode trazer oportunidades para se desenvolver um processo de serviço mais robusto desde seu inicio.

Outro tema que tem grande aplicação em manufatura e que pode ter oportunidade de aplicação em serviços é o uso de dispositivos a prova de falha, conhecido como "*Error Proofing*" ou originalmente da palavra em japonês "*Poka Yoke*". Kumar, Strandlund e Thomas (2008) mencionam de forma superficial o uso de dispositivos a prova de erros em processos de serviços, como possível aplicação para prevenir erros que levam a defeitos. O uso dessas técnicas pode aumentar a repetibilidade e prevenir erros também nos processo de serviços que dependem muito do homem para executá-lo.

O programa de treinamento pode ser estudado e revisto para a formação dos atores do Seis Sigma em serviços (*Black Belts e Green Belts*), uma vez que as necessidades do perfil para condução dos projetos são diferentes, ou seja, não necessitam de foco muito forte em técnicas e ferramentas de elevado conteúdo estatístico, conhecido pelos praticantes do Seis Sigma como "*hard skills*" e sim, maior conteúdo em técnicas e métodos para tratar o comportamento e atitudes conhecido com "*soft skills*". Isso pode ser um diferencial que afeta o custo da implementação e o desempenho do programa em serviços.

O custo de implementação do programa Seis Sigma é consideravelmente alto, e pode ser um fator restritivo para implementação em pequenas e médias empresas de serviços. Assim outros modelos de treinamento com custos mais acessíveis podem ser explorados em trabalhos futuros, visando enquadrar mais empresas de serviços no âmbito do programa Seis Sigma.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. (2002). **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma,** Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerencial.

ANTONY J. (2004). Some pros and cons of six sigma: an academic perspective, The TQM Magazine, Volume 16, Page 303-306, **Emerald Group Publishing Limited**.

ANTONY, J.; BANUELAS, R.,(2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program, Measuring Business Excellence, Volume 6, Page 20 – 27, **MCB UP Ltda**.

ANTONY, J. (2006). Six sigma for service processes, Business Process Management, Volume:12, Page: 234-248, **Emerald Group Publishing Limited**, Division of Management, Caledonian Business School, Glasgow Caledonian University, Glasgow, Scotland, UK.

ANDRIETTA, J.M.; MIGUEL P.A.C. (2003). O Programa Seis Sigma Aplicado a Processos Administrativos, Revista da Ciência & Tecnologia, Volume:11, Page: 49-56, **Universidade Metodista de Piracicaba,** Brasil.

BLAKESLEE J.; JEROME A. (1999). Implementing the six sigma solution. **Quality Progress**, p.77- 85.

BREYFOGLE, F.W. III (1999). **Implementing Six Sigma:** Smarter Solutions Using Statistical Methods, John Wiley & Sons, New York, NY.

BREYFOGLE, F.W. III *et al*. (2001). "**Managing six sigma: a practical guide to understanding**", Assessing and Implementing the Strategy that Yield Bottom-line Success, Wiley, New York, NY.

BERK, J. (1997). **Administração da qualidade total**. São Paulo: IBRASA.
XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2005.

CABRERA, A.J. (2006). **Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade.** Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

CAPOMAR, Marcos C. (1982). **Pesquisa de Marketing: um auxilio a decisão**. São Paulo: Briefing v.4, nº43, pg 20-22.

CARPINETTI, L.C.R. *et al* (2007). **Gestão da qualidade ISO 9000 ; 2000 – princípios e requisitos**, editora Atlas.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. (1996). **Metodologia científica**. São Paulo: Makron Books.

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. (2002). Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The TQM Magazine** , v.14, , p.92- 99.

SCHROEDER, R.G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, C.; CHOO, A. S. (2002). Six sigma: old wine in new bottles? Working Paper. Carlson School of Management, **University of Minnesota**.

CHAKRABARTY, A.; CHUAN, T. K. (2009). An exploratory qualitative and quantitative analyses of Six Sigma in service organizations in Singapore. **Management Reserch News**, Volume 32, Page 614-632, Emerald Group Publishing Limited.

DALE, B.G.; WILLIAMS, R.T.; WIELE, T. (2000). Marginalization of quality: is there a case to answer? **The TQM Magazine**, York, England, v.12, n.4, p.266-274.

ECKES, G. (2000). The Six Sigma Revolution, **John Wiley & Sons**, New York, NY.

ECKES, G. (2001). **A revolução seis sigma.** Rio de Janeiro: Campus, 272p.

EVANS, J. R. (2004). An exploratory study of performance measurement systems and relationships with performance results. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, v.22, n.3, p.219-223.

GIL, A. C. (1999). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas.

GIL, A. C. (2002). **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas.

GOH, T.N.; XIE M. (2003). Statistical Control of a Six Sigma Process. **Quality Engineering**, 15, pp. 587-592.

GONÇALVES, B. S. O. (2007). **A importância do processo de alinhamento da estratégia com projetos seis sigma: um estudo multicasos em operadores logísticos**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. (2000). Six Sigma: **The Breakthrough Management Strategy Revolutionising the World's Top Corporations**, Doubleday Currency, New York, NY.

HENDERSON, K.M.; EVANS, J.R. (2000). "Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company", Benchmarking: **An International Journal**, Vol. 7 No.4, pp.260-81.

HENSLEY, R.L.; DOBIE, K. (2005). "Assessing readiness for six sigma in a service setting", **Managing Service Quality**, Vol. 15 No. 1, pp. 82-101.

HOERL, R. W. (1998). Six sigma and the future of the quality profession. **Quality Progress**, v.31, n.6, p.35-42.

HOERL, R.W.; SNEE, R.D. (2002). "**Statistical thinking – improving business performance**", Duxbury, Thomas Learning, Belmont, CA.

ISHIKAWA, K. (1986). **Guide to Quality Control, Productivity**, Inc., Tokyo.

INGLE, S.; ROE, W. (2001). Six sigma black belt implementation**. The TQM Magazine** , v.13, n.4, p.273-280.

KUMI, S.; MORROW, J. (2006). Improving self service the six sigma way at Newcastle University Library, Program electronic library and information systems, **University of Newcastle**, UK, Volume 40, Page 123-136, Emerald Group Publishing Limited.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. (1991). **Fundamentos de metodologia científica.** 3ª Ed. São Paulo, Editora atlas.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R.G.; ZAHEER, S.; CHOO, A. (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal Operations Management**, 21, pp. 193-203.

KOTLER, Philip. (1997). **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle.** São Paulo: Atlas.

KUMAR, S.; STRANDLUND, E.; THOMAS D. (2008). Improved service system design using Six Sigma DMAIC for a major US consumer electronics and appliance retailer, **Opus College of Business, University of St Thomas, Minnesota**, USA.

KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach, **Technovation,** Volume 26, Page 708-715, Science Direct.

MAZZOTTI, A.J.A.; GEWANDSZNAJDER, F. (2000). **O método nas ciências naturais e sociais**. 2.ed. São Paulo: Pioneira.

NAKHAI, B.; NEVES, J. S. (2009). The challenges of six sigma in improving service quality, **International Journal of Quality & Reliability Management**, University of Pennsylvania, USA, Volume 26, Page 663-684, Emerald Group Publishing Limited.

Neves, J.L. (1996). Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades, **Caderno de pesquisas em administração,** São Paulo, ed.fea.usp.br.

NORTHALEERAK, P.; HENDRY, L. (2008). "Exploring the Six Sigma phenomenon using multiple case study evidence", **International Journal of Operations and Production management**, Vol. 28 Nº.3, Page 279-303.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. (2001). **The Six Sigma Way**, McGraw-Hill, New York, NY.

PARRA FILHO, D.; SANTOS, J.A. (2002). **Metodologia Científica.** 5ª ed. São Paulo: Futura,.

PFEIFER, T.; REISSIGER, W., CANALES, C. (2004). Integrating six sigma with quality management systems, **The TQM Magazine**, Volume:16, Page 241 – 249, Emerald Group Publishing Limited

RAISINGHANI, M. S.; et al (2005). Six Sigma: concepts, tools, and applications, Industrial Management & Data Systems, Volume105, Page 491 – 505, **Emerald Group Publishing Limited**

REVELLE, J. B. (2004). Six Sigma: Problem-solving techniques create safer, healthier worksites, **Professional Safety,** October 2004. 39-46.

REVERE, L.; BLACL, K.; HUQ, A. (2004). Integrating Seis Sigma and CQI for improving patient care. **The TQM Magazine**, volume 16- number 2, p. 105-113

REVERE, L.; BLACK, K. (2003). Integrating six sigma with total quality management: a case example for measuring medication errors. **Journal of Healthcare Management,** Chicago, v.48, n.6, p.377-391,.

RONTONATO, R.G. (2002). **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo, Atlas.

SANTOS, A. B. (2006). **Modelo de Referência para estruturar o programa de qualidade seis sigma**: **proposta e avaliação**, Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, (2006).

SANDERS, D.; HILD, C. R. (2000). A discussion of strategies for six sigma implementation. **Quality Engineering** , v.12, n.3, p.303-309.

SANDERS, D.; HILD, C. R. (2000). Six Sigma on business processes: common organizational issues. **Quality Engineering** , v.12, n.4, p.603- 610.

SCHROEDER, R. G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, C.; CHO, A.S. (2008). "Six Sigma; development and underlying theory", **Journal of Operations Management**, Vol.28 Nº.4, Page536-554.

WESSEL, G.; BURCHER P. (2004). Six sigma for small and medium-sized enterprises**, The TQM Magazine,** Volume 16, Page 264-272, Emerald Group Publishing Limited · ISSN 0954-478X

WEDGWOOD, I. D. (2007). **Lean Sigma – A Practiotioner´s Guide**, Person Education, Inc, Upper Saddlee River, NJ.

YILMAZ, M.R., CHATTERJEE, S. (2000). "Six sigma beyond manufacturing – a concept for robust management", **IEEE Engineering Management Review**, Vol. 28 No. 4..

YIN, R. (1990). **Case study research: design and methods**, Sage publications,EUA.

YIN, R. (2001). **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman.

APENDICE A – Protocolo de Pesquisa

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Av. Trabalhador São-carlense, 400 – fone (016) 3373-9428
CEP 13566-590 – São Carlos – SP – Brasil
Home Page: htpp//www;prod.eesc.usp.br

Protocolo de Pesquisa

Prezado Sr (a)

Tenho a satisfação de informar que como aluno do Programa de Mestrado do Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC – USP), estou desenvolvendo minha dissertação, cujo objetivo é a comparação da aplicação do Seis Sigma em processos de manufatura e de serviços tendo com referencia empresas líderes de mercado em seus segmentos. Este estudo esta sob a orientação do Prof. Dr. Luiz César R. Carpinetti.

Por esse motivo vimos solicitar o apoio de vossa renomada empresa para o agendamento de uma entrevista com o profissional Master Black Belt. A entrevista contemplará questões sobre a Implantação e resultados do programa de Seis Sigma e a sua aplicação em processos de manufatura e serviços. Estima-se uma duração de aproximadamente 3 horas para a realização da entrevista.

As informações coletadas serão mantidas em sigilo. Para a definição da forma de publicação e apresentação dos resultados será feito uma autorização prévia junto às empresas colaboradas da pesquisa.

Contando com o apoio de Vossa Senhoria no acolhimento a nossa solicitação, que terá grande contribuição para o enriquecimento da nossa pesquisa, colocamo-nos a disposição para quaisquer outros esclarecimentos e aproveitamos para manifestar o nosso elevado apreço.

Atenciosamente

Mestrando Luis Ricardo Galvani
Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP
Departamento de Engenharia de Produção

Prof. Dr. Luiz César R. Carpinetti
Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP
Departamento de Engenharia de Produção

APENDICE B – Roteiro de entrevista

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃ
Av. Trabalhador São-carlense, 400 – fone (016) 3373-9428
CEP 13566-590 – São Carlos – SP – Brasil
Home Page: htpp//www;prod.eesc.usp.br

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Dissertação: Análise das diferenças na aplicação do programa Seis Sigma nas áreas de Manufatura e de Serviços.

Este roteiro tem por objetivo orientar o levantamento de informações para comparação da aplicação do programa de Seis Sigma nos processos de manufatura e de serviços.

As questões que norteiam este levantamento são:

Primeiro Eixo

Caracterização da empresa

- Setor de atividade;
- Principais produtos;
- Número de funcionários;
- Faturamento anual em milhões de reais;
- Market share - mercado interno e externo;
- Participação da empresa no principal mercado de atuação;
- Programa de Seis Sigma .
- Histórico do programa na organização;
- Processo de implementação;
- Estrutura e formação de pessoal;
- Número, escopo e critérios para seleção dos projetos desenvolvidos;
- Proporção entre projetos nas áreas de manufatura e administrativa (serviços);
- Planejamento para a implantação do Seis Sigma;
- Principais resultados alcançados com o programa
- Forma de manutenção de programa.

Segundo Eixo

Dados relativos a aplicação do programa de Seis Sigma em processos de manufatura e serviços.

- Como é o perfil do *Black Belt* para manufatura e serviços?
  - Como é a aplicação de ferramentas analíticas e de técnicas de trabalho em equipe?
- Como são as equipes de projeto para manufatura e serviços?
- Como foi o tempo de execução dos projeto em manufatura e serviços?
- Existe diferença na aplicação e definição da CTQ em manufatura e serviços?
- Como é a natureza e disponibilidade dos dados, para os dois ambientes de projeto? Alguma diferença entre manufatura e serviços para análise quantitativa e qualitativa?
- Como foi a aplicação do método DMAIC dois tipos de processos? Alguma diferença significativa?
- Quais são as Ferramentas mais utilizadas em cada fase tanto para manufatura como para serviços (citar três exemplos em cada etapa do DMAIC)? É possível analisar ao menos dois exemplos em manufatura e outros dois em serviços?

	Manufatura	Serviços
Define		
Measure		
Analyze		
Improve		
Control		

- Alguma diferença na aplicação das técnicas e ferramentas a seguir, em manufatura e serviços?
  - Mapa do processo;
  - Análise do Sistema de Medição (M.S.A.);
  - Avaliação da capabilidade do processo;
- Uso de ferramentas e métodos estatísticos com maior conteúdo estatístico
  - Uso de ferramentas e métodos baseados na distribuição normal;
  - Uso de métodos e ferramentas para tratamento de defeitos e defeituosos;

- De forma geral quais foram as maiores dificuldades, limitações e vantagens da aplicação do Seis Sigma em cada um dos dois tipos de processos (manufatura e serviços)?