NASARIO DE SOUSA FILIPE DUARTE JUNIOR

A ADOÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA POR PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS BRASILEIRAS DO SETOR DE AUTOPEÇAS

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

São Paulo

2007

NASARIO DE SOUSA FILIPE DUARTE JUNIOR

A ADOÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA POR PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS BRASILEIRAS DO SETOR DE AUTOPEÇAS

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Prof. Dr. Alberto W. Ramos

São Paulo
2007

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 22 de maio de 2007.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Duarte Junior, Nasario de Sousa Filipe
A adoção da metodologia seis sigma por pequenas e médias empresas brasileiras do setor de autopeças / N. de S.F. Duarte Junior. -- ed.rev. -- São Paulo, 2007.
130 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Controle da qualidade 2.Pequenas e médias empresas 3.Indústria automobilística I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,
à Shirley, minha esposa,
e ao Rogério, meu filho,
que amo e me apóiam,
e ao que virá, seja bem-vindo,
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Alberto W. Ramos pela orientação paciente, estímulo e sábias contribuições para a realização deste trabalho.

Às empresas que se dispuseram a participar da pesquisa, pelo interesse.

Aos professores Dr. Roberto G. Rotondaro e Drª Marly M. Carvalho pelas contribuições na fase de qualificação.

À Vera Lúcia Duarte e demais funcionários da biblioteca da Engª de Produção, pela simpatia e auxílio quando necessitei dos seus serviços.

Pela correção ortográfica, gramatical e de estilo, Drª Cristina Gadea de Souza Abreu.

Ao amigo Engº Luís Fernando Pinto de Abreu, que me incentivou a ingressar no Mestrado.

A meus colegas da Lannes&Hoffmann, pelo incentivo à conclusão do Mestrado.

A meus familiares, pela compreensão nos momentos em que estive ausente para a elaboração da dissertação.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

E a Deus, que me concedeu o privilégio de ter chegado até aqui.

RESUMO

A metodologia Seis Sigma vem sendo disseminada entre as grandes empresas, principalmente multinacionais, porém o mesmo não vem ocorrendo com as micro, pequenas e médias empresas (MPMEs), em especial as nacionais. Dentre este universo de MPMEs brasileiras, as autopeças são um caso de particular interesse, pois as mesmas enfrentam sérios problemas de competitividade e raras buscam o Seis Sigma como solução, mesmo tendo a maioria já investido na implantação de programas da qualidade utilizando outras metodologias com elementos comuns ao Seis Sigma, como Sistemas de Gestão da Qualidade, TQM (*Total Quality Management*) e Manufatura Enxuta.

Esta pesquisa, um estudo exploratório realizado por meio de um *survey*, objetivou então conhecer os fatores que influenciam a decisão de adoção ou não do Seis Sigma por MPMEs nacionais de autopeças, e os resultados levaram a concluir que estes são: a conscientização da Direção, a competência preexistente para condução de projetos, o volume de recursos disponíveis e a preexistência de uma cultura da qualidade. Com base nestas conclusões foram apresentadas sugestões que visam facilitar a adoção da metodologia por este importante conjunto de empresas nacionais, esperando com isso contribuir em sua busca por competitividade.

Palavras-chave: Controle da qualidade. Pequenas e médias empresas. Indústria Automobilística.

ABSTRACT

The Six Sigma methodology is being spread among big companies, mainly by international companies, however the same is not happening within the small and midsize enterprises (SMEs), in particular, the national ones. In this universe of SMEs, the national auto parts industries have an interesting case, because they face serious competitiveness problems and rarely use Six Sigma as a solution, despite that majority have already invested in other quality programs implementation using methodologies which have elements in common with the Six Sigma, like Quality Management Systems, TQM (Total Quality Management) and Lean Manufacturing.

This research, a exploratory survey study, had the objective of knowing the factors that have had influence over the SMEs Brazilian auto parts decision of whether to adopt the Six Sigma or not, and the results led us to conclude they are: the Direction awareness, the competence pre-existent to manage projects, the resource availability and the pre-existence of a quality culture. Based on those conclusions, suggestions were presented in order to make this methodology adoption easier by these important national companies set, in the expectation of contributing in their search for competitiveness.

Keywords: Quality Control. Small and midsize enterprises. Automotive Industry.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Exemplo de Estrutura Organizacional para o Seis Sigma. 19

Fig. 2.2 – Razões para não implementar o Seis Sigma. 24

Fig. 2.3 – Princípios de Gestão da Qualidade da ISO9001. 33

Fig. 3.1 – Referencial Conceitual. 56

Fig. 4.1 – Porte das Empresas que Responderam ao Questionário. 68

Fig. 4.2 – Mercado de Atuação das Empresas. 69

Fig. 4.3 – Localização das Empresas. 69

Fig. 4.4 – Empresas Médias – Tipo de Administração. 70

Fig. 4.5 – Gráfico Empresas Pequenas – Tipo de Administração. 70

Fig. 4.6 – Empresas Médias – Divisão do Faturamento. 71

Fig. 4.7 – Empresas Pequenas – Divisão do Faturamento. 71

Fig. 4.8 – Conhecimento da metodologia Seis Sigma pela Direção da empresa. 72

Fig. 4.9 – Intenção da empresa em adotar a metodologia Seis Sigma. 72

Fig. 4.10 – Razões para não adotar a metodologia Seis Sigma. 73

Fig. 4.11 – Razões para ainda não haver iniciado a implementação da metodologia Seis Sigma na empresa. 74

Fig. 4.12 – Razões que influenciariam a empresa a adotar a metodologia Seis Sigma. 76

Fig. 4.13 – Maiores Obstáculos para o Sucesso do Seis Sigma. 77

Fig. 4.14 – Incentivo da preexistência da ISO9001:2000 na empresa para a adoção do Seis Sigma. 81

Fig. 4.15 – Incentivo da preexistência da ISO/TS16949:2002 na empresa para a adoção do Seis Sigma. 82

Fig. 4.16 – Incentivo da preexistência de elementos de Qualidade Total na empresa para a adoção do Seis Sigma. 83

Fig. 4.17 – Metodologias da qualidade/produtividade já implantadas ou em implantação nas empresas 83

Fig. 5.1 – Grau de similaridade entre as pontuações atribuídas às sugestões 91

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Número de estabelecimentos e de postos de trabalho em função do número de empregados. 7

Tabela 2.2 – Duração típica de cursos de conscientização e treinamento em Seis Sigma, conforme o público-alvo. 19

Tabela 2.3 – Comparação entre *Black*, *Green* e *White Belts*. 27

Tabela 2.4 – Similaridades e diferenças entre Seis Sigma e TQM. 31

Tabela 2.5 – Distribuição do número de empregados X número de empresas em 2005. 43

Tabela 2.6 – Empresas em processo de certificação ou certificadas em 2005. 45

Tabela 3.1 – Fatores de influência, relação com o tema e soluções apontadas pela literatura. 57

Tabela 3.2 – Classificação das empresas segundo o número de empregados. 60

Tabela 3.3 – Questões da pesquisa 65

Tabela 4.1 – Ordenamento das sugestões para facilitar a implantação do Seis Sigma na empresa, conforme a preferência dos respondentes. 79

Tabela 5.1 – Conhecimento do Seis Sigma em função do porte da empresa. 86

Tabela 5.2 – Intenção de adotar o Seis Sigma em função do conhecimento da metodologia. 86

Tabela 5.3 – Categorização das sugestões. 92

Tabela 5.4 – Intenção de adotar o Seis Sigma em função da preexistência de um SGQ implantado. 94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	–	Santo André, São Bernardo e São Caetano do Sul
ANOVA	–	*Analysis of Variance* (Análise de Variância)
BB	–	*Black Belt* (Faixa Preta)
BSC	–	*Balanced Scored Card*
CDOV	–	*Concept development; Design development; Optimization; Verification of capability* (Desenvolvimento do conceito, Desenvolvimento do projeto, Otimização, verificação de capacidade)
CEO	–	*Chief Executive Officer*
CEP	–	Controle Estatístico do Processo
CTQ	–	*Critical to Quality* (Crítico para a Qualidade)
DFSS	–	*Design for Six Sigma* (Projeto para o Seis Sigma)
DMAIC	–	*Define, Measure, Analyse, Improve and Control* (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar)
DOE	–	*Design of Experiments* (Projeto de Experimentos)
DPMO	–	Defeitos por Milhão de Oportunidades
FMEA	–	*Failure Mode and Effect Analysis* (Análise do modo e efeito das falhas)
GB	–	*Green Belt* (Faixa Verde)
GD&T	–	*Geometric Dimensioning and Tolerances* (Dimensionamento e tolerâncias geométricas)
I^2DOV	–	*Invent and Innovate, Develop, Optimize, Verify* (Inventar e Inovar, Desenvolver, Otrimizar, Verificar)
JIT	–	*Just in Time*
MPME	–	Micro, Pequena e Média Empresa
MSA	–	*Measurement System Analysis* (Análise do Sistema de Medição)
P/NP	–	Passa, não passa
PPM	–	Partes por milhão
ROA	–	*Return on Assets* (Retorno sobre capital investido)
SME	–	*Small and Midsize Enterprise* (Pequena e média empresa)
SEBRAE	–	Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa

SEBRAE-SP – Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa no Estado de São Paulo

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SINDIPEÇAS – Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Process steps, Outputs, Customers* (Fornecedores, Entradas, Passos do processo, Saídas, Clientes)

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

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

WB – *White Belt* (Faixa Branca)

YB – *Yellow Belt* (Faixa Amarela)

5W1H – *What*?, *Why*? *Where*?, *When*? *Who*? *How*? (O quê? Porquê? Onde? Quando? Quem? Como?)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 Justificativas para a escolha do tema e problema da pesquisa 1

1.2 Objetivos e contribuições esperadas da pesquisa 3

1.3 Delimitações e pressupostos da pesquisa 4

1.4. Estrutura do texto 4

2 REVISÃO DA LITERATURA 6

2.1 Introdução 6

2.2. As micro, pequenas e médias empresas nacionais 6

2.2.1 Visão geral das MPMEs nacionais 6

2.2.2 O empresário nacional 10

2.2.3 A sobrevivência das micro, pequenas e médias empresas nacionais 11

2.3 Seis Sigma 12

2.3.1 Conceitos do Seis Sigma 12

2.3.2 Implantação do Seis Sigma 14

2.3.3 O papel da Direção 17

2.3.4 A equipe Seis Sigma 18

2.3.5 *Lean* Six Sigma 20

2.3.6 DFSS – *Design For Six Sigma* 21

2.3.7 O Seis Sigma e as MPMEs 23

2.4 Outras metodologias 30

2.4.1 Sistemas de Gestão da Qualidade 32

2.4.2 TQM – *Total Quality Management* 34

2.4.3 Reengenharia 38

2.4.4 Manufatura enxuta 38

2.5 O setor de Autopeças 40

2.5.1 Panorama geral do setor de Autopeças 40

2.5.2 As Autopeças e o Seis Sigma 44

2.6 Principais conclusões obtidas da pesquisa bibliográfica 47

3 METODOLOGIA 55

3.1 Introdução 55

3.2 Escolha dos fatores, referencial conceitual e proposição de hipóteses .. 55
3.3 Critérios de delimitação da pesquisa 58
3.4 Escolha do método de pesquisa 60
3.5 Projeto da pesquisa *survey* 61
3.6 Questões da pesquisa 64
4 RESULTADOS 68
5 DISCUSSÃO 84
5.1 Introdução 84
5.2 Representatividade da amostra 84
5.3 Análise das hipóteses 85
5.4 Resumo da discussão 95
6 CONCLUSÕES 96
6.1 Conclusões finais 96
6.2 Discussões futuras 104
APÊNDICES 106
APÊNDICE A - Questionário 107
APÊNDICE B - Empresas para as quais o questionário foi enviado 112
APENDICE C – Aplicação do teste (exato) de Fisher 116
APENDICE D – Aplicação de análise de conglomerados às sugestões 119
REFERÊNCIAS 121

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativas para a escolha do tema e problema da pesquisa

Segundo diversos autores ((BREYFOGLE, 1999); (HARRY; SCHROEDER, 2000) e (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2001)), a metodologia Seis Sigma foi idealizada pela Motorola nos anos 80 e passou a despertar a atenção das empresas depois que esta recebeu o Prêmio Nacional de Qualidade americano Malcolm Baldrige em 1988, além de ter obtido ganhos de 2,2 bilhões de dólares com o programa, até aquela época. No Brasil, o interesse pelo Seis Sigma também está crescendo a cada dia. Já há alguns anos que as empresas com unidades de negócio no exterior o conhecem. Conforme Werkema (2002), o pioneiro na implementação do Seis Sigma, com apoio de consultoria nacional, foi o grupo Brasmotor, que em 1999 obteve mais de 20 milhões de reais de retorno, a partir dos projetos Seis Sigma.

Enquanto o Seis Sigma vem assim se disseminando cada vez mais entre as grandes empresas, notadamente as multinacionais, o mesmo não acontece com as micro, pequenas e médias empresas (MPMEs), em especial as nacionais, onde a difusão desta metodologia parece ainda representar um desafio, a julgar pelos poucos casos noticiados e pelas poucas publicações sobre o tema, via de regra, tratando de empresas estrangeiras. Para Antony, Kumar e Madu (2005), ainda há pouca evidência documentada da implementação do Seis Sigma em pequenas organizações. Nas palavras de Harry e Crawford (2004): "*embora os programas Seis Sigma tenham rendido bilhões de dólares de lucros para grandes empresas, eles nada fizeram pela pequena e média empresa. Os arquitetos do Seis Sigma original não projetaram os produtos dele para negócios daquele tamanho*".

O interesse pelas MPMEs nacionais como objeto de pesquisa dá-se pela quantidade e importância que estas empresas têm na economia brasileira, aliada a uma conhecida dificuldade de sobrevivência e crescimento em um mundo cada vez mais globalizado, e numa economia marcada por carga tributária alta e burocracia governamental. Além do número de empregos e riqueza gerada por estas empresas, elas dão suporte às grandes indústrias, realizando parte de suas

atividades, dentro de uma estratégia cada vez mais utilizada de terceirização das atividades, o que demanda das MPMEs esforços de integração e de aumento de competitividade para atender às demandas.

A maior justificativa para a pesquisa é, portanto, a relativa falta de informações e estudos sobre a aplicação do Seis Sigma em empresas nacionais, notadamente as MPMEs.

Dentro deste universo de MPMEs nacionais, o subconjunto das empresas de autopeças se destaca por algumas especificidades que o tornam um caso de especial interesse. Estas empresas necessitam constantes investimentos em tecnologia, pois competem com empresas estrangeiras, no Brasil e no exterior, o que traz dinamismo para a economia nacional, além de serem importantes geradoras de empregos diretos e indiretos qualificados e de riquezas para o país. No ano de 2006 ocorreu o cinqüentenário do grande impulso dado à implantação das indústrias automobilísticas e de autopeças no Brasil pelo governo Juscelino Kubitschek, mas as MPMEs de autopeças não tiveram muito a comemorar, pois hoje, sem proteção governamental e com demandas sempre crescentes por produtividade, prazo e inovações tecnológicas por parte das montadoras de veículos, enfrentam problemas de competitividade nos mercados nacional e internacional que vêm ameaçando a sua sobrevivência. No atual cenário econômico, estas empresas apresentam relações de dependência com as montadoras e grandes autopeças e, por vezes, também de seus fornecedores oligopólios de matérias-primas, ou passam a depender apenas do mercado pulverizado de reposição ou de exportações eventuais, o que as coloca em posição desvantajosa nas negociações e dificulta seus investimentos necessários em inovação. Dados do SINDIPEÇAS (2006) mostram que as pequenas e médias empresas nacionais de autopeças vêm sendo absorvidas ou substituídas por grandes empresas nacionais e principalmente multinacionais, o que demonstra a premência da melhoria de competitividade para este segmento industrial.

Dentro deste esforço por competitividade, as autopeças investiram nos últimos anos em diversos programas utilizando metodologias da Qualidade, em especial Sistemas de Gestão (a maioria é certificada conforme as normas ISO9001:2000 e ISO/TS16949:2002), TQM (*Total Quality Management*) e Manufatura Enxuta, as quais possuem elementos em comum com o Seis Sigma.

Todos estes fatores: a necessidade urgente de melhorar sua competitividade, a preexistência de uma base de metodologias e ferramentas da qualidade comuns ao Seis Sigma e a promessa de grandes retornos financeiros, deveriam provocar neste conjunto de empresas um grande interesse na metodologia Seis Sigma, mas conforme verificado, na prática isto não tem sido observado. Deste paradoxo aparente surge o problema desta pesquisa: entender as razões que determinam o interesse (ou falta deste) das MPMEs nacionais de autopeças pela adoção da metodologia Seis Sigma, mesmo em face de aparentes benefícios de sua adoção pelas empresas deste segmento.

1.2 Objetivos e contribuições esperadas da pesquisa

A partir do problema da pesquisa, derivou-se o objetivo principal e os objetivos secundários da pesquisa:

Objetivo principal: conhecer os fatores que influenciam a decisão de adoção ou não da metodologia Seis Sigma por parte das MPMEs nacionais de autopeças.

Objetivos secundários:

- Detectar se já há casos de aplicação do Seis Sigma entre estas empresas.
- Propor soluções que facilitem e incentivem a adoção da metodologia nestas empresas.

Espera-se com isso contribuir para o entendimento da aplicação da metodologia neste conjunto de empresas e, como uma contribuição de caráter mais prático, propor sugestões que facilitem a adoção do Seis Sigma por este importante conjunto de empresas, esperando assim que estas usufruam os benefícios esperados.

1.3 Delimitações e pressupostos da pesquisa

Este trabalho delimita-se às empresas de capital nacional ou majoritariamente nacional de micro, pequeno e médio porte que têm na fabricação e comercialização de autopeças seu principal mercado.

Pressupõe-se que:

- as grandes empresas e mesmo as pequenas e médias empresas multinacionais aqui instaladas ou aquelas pequenas e médias empresas não majoritariamente nacionais tem problemas e vantagens diferentes das MPMEs nacionais, e assim estas não deveriam ser incluídas no estudo.
- as empresas que fornecem apenas marginalmente para o mercado de autopeças teriam motivações diferentes das demais.
- a adoção correta do Seis Sigma pelas MPMEs representaria um investimento com retorno compensador para estas empresas.

1.4. Estrutura do texto

Nesta dissertação, além do capítulo introdutório, são apresentados mais cinco capítulos, onde são descritos os fundamentos teóricos do trabalho, a metodologia utilizada para obter os resultados, a descrição dos resultados alcançados, a análise destes e as conclusões obtidas.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, na qual são levantados os dados e informações das quais as hipóteses foram extraídas. Este capítulo está dividido em cinco partes:

1. a micro, pequena e média empresa nacional: resumo das características e problemas das MPMEs nacionais;
2. o Seis Sigma: principais características, requisitos para implantação e suas variantes *Lean* Seis Sigma e DFSS (*Design For Six Sigma*). Também é apresentada uma resenha de artigos sobre a aplicação do Seis Sigma em pequenas e médias empresas em outros países;
3. outras metodologias: sistemas de gestão da qualidade (em especial a ISO/TS16949:2002), o TQM, manufatura enxuta e reengenharia, a princípio

supostos como metodologias com elementos em comum com o Seis Sigma. São apresentadas as principais características e é realizada uma comparação destas com o Seis Sigma;

4. as autopeças: panorama geral destas empresas e uma resenha de artigos sobre aplicação do Seis Sigma em autopeças;
5. resumo da pesquisa bibliográfica e das sugestões colhidas.

No capítulo 3, a metodologia a ser utilizada é definida. Com base na revisão bibliográfica são determinados os fatores que possivelmente têm influência na adoção do Seis Sigma por parte das MPMEs brasileiras de autopeças, é definido um referencial conceitual e são propostas as hipóteses da pesquisa. São também apresentados os critérios de delimitação da pesquisa, o projeto da pesquisa e as questões da pesquisa e é justificada a escolha do método da pesquisa. Decidiu-se pela realização de um *survey*, baseado em um questionário estruturado enviado a cerca de 250 MPMEs nacionais de autopeças. Antes do envio do questionário às empresas foi realizado um pré-teste com algumas empresas para aperfeiçoamento do mesmo. O questionário foi enviado às empresas por correio eletrônico endereçado à Direção delas (proprietário, diretoria ou gerência), com perguntas que permitiam verificar se realmente tratava-se de empresa pertencente ao grupo de interesse e com perguntas destinadas a verificar as hipóteses da pesquisa. Cobranças foram realizadas para aumentar a taxa de retorno.

No capítulo 4 são apresentados os resultados da pesquisa. Para isso são utilizados gráficos e texto descritivo dos resultados encontrados.

No capítulo 5 são realizadas as análises e comparações dos resultados, procurando-se verificar a validade das hipóteses e as principais contradições encontradas.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões do trabalho e são propostas possibilidades para pesquisas futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Introdução

Neste capítulo, as seções correspondem aos quatro assuntos principais envolvidos com os objetivos da pesquisa:

- As micro, pequenas e médias empresas nacionais – as principais características e a problemática envolvida neste tema do ponto de vista de sua gestão;
- O Seis Sigma - os conceitos envolvidos, formas de implantação, suas variações e os estudos apurados sobre a aplicação do Seis Sigma às MPMEs;
- Outras metodologias da qualidade – sistemas de gestão da qualidade, TQM, manufatura enxuta e reengenharia – são analisadas suas características e é feita uma comparação destas com o Seis Sigma;
- O Setor de autopeças – a evolução e realidade atual da indústria de autopeças brasileira, e as possibilidades do Seis Sigma dentro deste ramo.

Ao final do capítulo é feito um resumo das principais conclusões obtidas da pesquisa bibliográfica, que servem de base para nos capítulos seguintes estabelecerem-se os possíveis fatores de influência procurados e as sugestões a serem analisadas.

2.2. As micro, pequenas e médias empresas nacionais

2.2.1 Visão geral das MPMEs nacionais

As MPMEs no Brasil formam a base da economia, empregando a maior parcela da população economicamente ativa. Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego

(BRASIL, 2005), do total de empresas com vínculo empregatício, 99,7% das empresas são MPMEs, respondendo por 66% dos empregos com carteira assinada (tabela 2.1). De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa do Estado de São Paulo – SEBRAE-SP (2005), estas empresas contribuem com 20% do volume de riquezas gerado pela nação.

Tabela 2.1 – Número de estabelecimentos e de postos de trabalho em função do número de empregados.

Critério	Total	Até 19 empregados	De 20 a 99	De 100 a 499	500 ou mais
Número de estabelecimentos	2.626.176 (100%)	2.432.898 (92,6%)	156.906 (6,0%)	29.915 (1,1%)	6.457 (0,3%)
Postos de Trabalho	31.407.576 (100%)	8.423.717 (26,8%)	6.135.737 (19,5%)	6.180.494 (19,7%)	10.667.628 (34,0%)

Fonte: BRASIL (2005).

O Brasil se caracteriza como um dos países mais empreendedores do mundo, sendo abertas aqui em torno de 470 mil novas empresas por ano (GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR, 2004), mas apresenta um alto índice de mortalidade de novos empreendimentos (cerca de 59,9% para empreendimentos com até quatro anos de existência), sendo a explicação para tal ocorrência atribuída às falhas gerenciais na condução dos negócios, seguida de causas econômicas conjunturais e tributação (SEBRAE, 2004). Tálamo (2001) complementa afirmando que aproximadamente 90% destas empresas não sobrevivem a 5 anos de existência. Gonçalves e Koprowski (1995) apontam que os custos da burocracia governamental não são empecilho para abertura de meio milhão de novas empresas por ano, mas são em parte responsáveis pela morte prematura de empresas e pela informalidade de grande parte delas, e aponta para impressões de descontentamento dos micro e pequenos empresários com o arcabouço de leis existente, considerado insuficiente para proteger suas empresas.

Gonçalves e Koprowski (1995) fazem uma relação das características da MPME brasileira, das quais destacam-se:

- eficiente em nichos especializados;
- flexibilidade em preços e salários;

- investimentos apenas com vistas ao curto prazo (enquanto as grandes empresas dependem das tendências do mercado e das taxas de juros, as pequenas tendem a fazer investimentos conforme suas possibilidades imediatas de capital);
- nível salarial menor e escalas reduzidas,
- opera em mercado completamente competitivo sem usufruir as vantagens de oligopólios e oligopsônios que grandes empresas detém;
- administração familiar (não especializada ou profissionalizada);
- relações informais entre empregados, e pouca divisão de trabalho ou departamentalização;
- pouco investimento em treinamento formal continuado para seus trabalhadores, pois, regra geral, estas não tem condições de patrocina-lo, por envolver custos e tempo que estas não podem suportar. Ao mesmo tempo, estas podem ser consideradas berço do aprendizado, talvez muito mais que os cursos profissionalizantes, pois são as fontes do primeiro emprego para a maioria das pessoas;
- os empregados tendem a desenvolver uma visão ampla de processos de produção, dos produtos e de sua integração nos mercados;
- submissão às pressões oligopólicas e oligopsônicas, onde as grandes ditam prazos e condições de pagamento;
- pouco acesso à tecnologia de processos e produtos, já que a maioria dos empresários não tem acesso à especialização científica, em geral concentrada, no caso brasileiro, nas universidades, especialmente naquelas mantidas com recursos públicos;
- dificuldade em arcar com os custos da burocracia governamental, optando por vezes pela informalidade.

Para Gonçalves e Koprowski (1995), a produtividade da micro e pequena empresa tende a ser menor, devido a operar com tecnologia inferior, nível salarial menor e escalas reduzidas, e em mercado completamente competitivo sem usufruir das vantagens de oligopólios e oligopsônios que grandes empresas detém. Porém, no entendimento do autor, a capacidade de inovação e o rendimento dos investimentos das pequenas e micro empresas pode se revelar maior do que as grandes.

Tálamo (2001) repete várias das afirmações acima, e afirma que as variáveis sócio-culturais também devem ser levadas em importância juntamente com os aspectos tecnológicos e econômicos na análise do perfil das micro e pequenas empresas. O autor acrescenta à lista anterior as seguintes características:

- utilizam canais de distribuição deficientes,
- detém capital de giro insuficiente,
- são ágeis no processo decisório,
- em geral são pouco informatizadas,
- re-investem pouco no próprio negócio,
- o mercado é localizado na vizinhança, e possuem dificuldade para ampliar estes mercados,
- suas instalações são em geral inadequadas ao negócio,
- em geral não exportam,
- falta-lhes foco e direcionamento mercadológico e estratégico,
- em geral operam com alto grau de ociosidade e altos níveis de desperdício,
- operam com custos fixos elevados e com ponto de nivelamento (*break-even point*) alto, podendo tornar-se deficitárias,
- não investem em recursos humanos especializados, e aos empregados falta perspectiva de carreira (poucos postos de trabalho, poucos níveis),
- são em geral desorganizadas.

Lastres; Cassiolato e Maciel (2003) afirmam que os estudos centrados na análise das MPMEs são praticamente unânimes em reconhecer que as maiores dificuldades destas empresas estão relacionadas ao seu tamanho e à elevada taxa de mortalidade. Como conseqüência do tamanho reduzido, as MPMEs têm dificuldades de capturar oportunidades de mercado que requerem produção em grandes quantidades, padrões homogêneos e oferta regular, bem como de realizar economias de escala na compra de insumos, tais como equipamentos, matérias-primas, financiamento e serviços de consultoria. Da mesma maneira, o pequeno tamanho dificulta uma efetiva divisão interna do trabalho e uma descentralização da tomada de decisões, fazendo com que as decisões sejam tomadas no curto prazo, prejudicando estratégias de longo prazo, como a de inovação e a de capacitação, que junto com a pequena capacidade de alavancagem financeira, explica as dificuldades que MPMEs têm de conquistar novos mercados. Sobre a taxa de

mortalidade, além dos tradicionais e já amplamente estudados problemas intra-organizacionais, tais como: falta de recursos, graves deficiências de qualificação de mão-de-obra, falta de perspectiva de carreira, falta de preparo gerencial e baixo grau de conhecimento técnico, há os problemas sistêmicos gerados pelo ambiente, como os provocados pelos obstáculos à regularização da empresa, fiscais e trabalhistas, e a dificuldade de acesso ao crédito.

Rattner (1985) cita que as vantagens da grande empresa sobre as MPMEs estão no domínio das modernas técnicas de *marketing* (campanhas publicitárias com custos proibitivos para as MPMEs) e, principalmente, pela tecnologia superior de produção, à qual as MPME não têm acesso, por causa da origem estrangeira e pelo alto custo do investimento inicial. Também, por falta de economia de escala, as MPMEs operam sob custos mais altos. Além disso, as MPMEs têm problemas de ordem contábil e financeira, como a não utilização de crédito bancário, mesmo subsidiado. Assim, as montadoras, ao agir de forma oligopólica ou oligopsônica e ao destinar vastos recursos para pesquisa e desenvolvimento, obrigam seus fornecedores a elevar sua produtividade e reduzir seus custos, fazendo com que as MPMEs, menos competitivas, sejam empurradas paulatinamente para faixas marginais do mercado.

2.2.2 O empresário nacional

Gonçalves e Koprowski (1995) argumentam que a visão geral das MPMEs requer também a observação de seu meio ambiente e do empresário. O autor afirma que o empresário normalmente centraliza as decisões e tende a dedicar-se fortemente ao trabalho, misturando sua vida profissional e pessoal e costuma também ser parcimonioso nos gastos.

Tálamo (2001) lista como principais características do empresário nacional de MPME as seguintes: centralizadores, bem intencionados, despreparados e amadores, baixo grau de escolaridade, inexperientes e empíricos, imediatistas, não planejam e nem controlam suas atividades, não se organizam adequadamente, baixa capacidade de investimentos, desinformados de maneira geral, ousados e empreendedores, julgam-se auto-suficientes, pouca visão estratégica, rejeição a reinvestir na empresa, tendência a investir em segmento que está em moda,

trabalhador, pouco conhecimento do mercado, sem capacitação empresarial e resistentes às mudanças e inovações.

Rattner (1985) lembra que as MPMEs de autopeças são, na maioria, empresas familiares, tornando o momento da sucessão vital, pois sendo o fundador em geral um homem que se fez sozinho (*self-made man*), o carisma ou o autoritarismo são mais presentes que o profissionalismo, e na sucessão o herdeiro pode encontrar dificuldades em refazer os laços de lealdade, fragilizando a empresa.

Pereira (1998) defende que o desenvolvimento tardio da industrialização brasileira e a forma como esta ocorreu, na dependência de incentivos governamentais que provocaram surtos de crescimento intercalados com épocas de estagnação, acabaram por criar uma estrutura frágil dessa indústria, e um comportamento de cautela do empresário com relação a planos e investimentos para o futuro.

Rattner (1985) faz uma especulação interessante sobre as razões da fragilidade crônica da MPMEs, relacionando-a à lógica do pequeno empresário brasileiro. O autor argumenta que a fragilidade das MPMEs nacionais (em especial a de autopeças) é de certa forma provocada pelos empresários, que utilizam uma lógica diferente da esperada do capitalismo. O empresário, ao constatar que o ônus do insucesso (falência) pode ser dividido entre as partes envolvidas no negócio (empresários, fornecedores, funcionários, governos, bancos) e que os proprietários podem continuar no mesmo ramo em novo empreendimento, construído com recursos e experiências acumulados no anterior, às vezes na informalidade, este passa a quase sempre evitar investir na empresa, preferindo transferir os recursos gerados pela empresa para seus patrimônios pessoais ou outros negócios paralelos, mantendo a empresa em eterna penúria, mesmo se o negócio for lucrativo.

2.2.3 A sobrevivência das micro, pequenas e médias empresas nacionais

Rattner (1985), em vista das dificuldades enfrentadas pelas MPMEs industriais de autopeças, superadas do ponto de vista tecnológico, financeiro e organizacional, em um ambiente de concentração de capital da indústria automobilística, conclui que a sobrevivência destas poderia se dar apenas em dois casos:

- dependência (satelização) das grandes empresas;
- nichos de mercado sem interesse para as grandes empresas (moda, reposição, tecnologias tradicionais etc.).

Lastres; Cassiolato e Maciel (2003) vêem outra possibilidade de sobrevivência de MPMEs, o arranjo produtivo em redes cooperativas. Nestes ambientes sinérgicos o autor acredita que as MPMEs criam condições propícias para superar barreiras – tecnológicas, financeiras e de escala – ao seu crescimento. O autor cita o setor de autopeças de Minas Gerais (cerca de 150 empresas, a maior parte classificada como pequena e média) como um exemplo de rede capitaneada por uma empresa-âncora (a FIAT). O autor cita que, nestes casos, *"importantes relações técnicas e econômicas são estabelecidas com os fornecedores locais, criando um círculo virtuoso de cooperação, estimulando o desenvolvimento de capacitações e estabelecendo uma competitividade sistêmica*".

Em relação aos problemas internos, Lastres; Cassiolato e Maciel (2003) propõem como solução a adoção de métodos e ferramentas simples, amplamente utilizadas pela engenharia de produção, capazes de lograr melhorias significativas, requerendo para isso mecanismos de treinamento e divulgação dessas técnicas e ferramentas, que seriam facilitados pelo arranjo produtivo em rede.

A manutenção destas empresas é de interesse para o país, para uma grande massa de trabalhadores que dela dependem e, até mesmo, para as grandes empresas, suas clientes e beneficiárias da mão-de-obra oriunda destas. Sem apoio governamental, não organizadas em redes ou nichos de mercado, e subordinadas às grandes empresas, a sobrevivência das MPMEs industriais nacionais de autopeças no longo prazo, depende muito da melhoria de sua competitividade.

2.3 Seis Sigma

2.3.1 Conceitos do Seis Sigma

Existem diversas definições para a metodologia Seis Sigma. Uma definição possível é aquela proposta por Rotondaro (2002):

> Filosofia de negócios que visa obter vantagens competitivas em termos de qualidade e custos, que une idéias e métodos da Qualidade Total, *Lean Manufacturing* e Reengenharia em uma metodologia rigorosa de uso de dados dos processos para detecção de oportunidades de falhas e redução de variabilidade de características críticas da qualidade para os clientes (CTQs) e conseqüente tomada de ações para agregar valor, usando os próprios empregados como motores do processo.

A definição de Qualidade no Seis Sigma envolve o conceito de valor. Para Harry (2000a) Qualidade é *"um estado no qual o valor esperado é realizado para o cliente e fornecedor em cada aspecto do relacionamento do negócio"*. Valor tem três aspectos críticos: utilidade, disponibilidade e estima. Utilidade pode ser definida pela forma, ajuste e função do produto. Disponibilidade está ligada ao volume e timing (tempo certo) e Estima compõe-se de intelectual, emocional e econômico. O valor é atribuído pelos clientes, e aquelas características que ele valoriza são chamadas de CTQs (*critical to quality* - Críticas para a Qualidade).

Trabalho que não agrega valor aos olhos do cliente tipicamente abarca 50% do custo total do serviço (GEORGE, 2004).

Os processos que geram as CTQs são os processos realmente importantes para a empresa, principais objetos para redução de variabilidade ou eliminação de falhas. O nome Seis Sigma vem desta noção de redução de variabilidade. Para o Seis Sigma, os resultados de qualquer processo (Y = desempenho frente aos CTQs) é função de suas variáveis de entrada Y=f(X1, X2, X3, ...), daí a tarefa passa a ser identificar os Xs críticos, e as causas que fazem estes variar ou serem causadores de defeitos de Y. Um processo típico é provável de se encontrar desviado de suas condições centrais naturais aproximadamente 1,5 desvios-padrões em qualquer momento de observação (HARRY, 1998). Desta forma, uma CTQ que consiga trabalhar dentro de suas tolerâncias com $+/-6\sigma$ (seis desvios-padrão da média) de variação no curto prazo, terá uma capabilidade de $4{,}5\sigma$ no longo prazo ($6\sigma-1{,}5\sigma=4{,}5\sigma$), que em termos de taxa de defeitos significa 3,4 ppm, uma probabilidade virtualmente nula de falha.

Harry (2000c) explica o grande interesse no Seis Sigma afirmando que ele, como nenhuma outra metodologia da qualidade anterior, teria o poder de fazer a empresa simultaneamente acompanhar o aumento das expectativas do cliente e o aumento das demandas por resultados dos acionistas, por meio de uma visão holística do

negócio e uma maneira harmoniosa e simultânea de alinhar e nivelar as várias iniciativas da empresa neste sentido.

O Seis Sigma é utilizado tanto para melhorar a qualidade de bens quanto de serviços oferecidos a clientes internos ou externos, já existentes ou relacionados a novos projetos, em qualquer função da empresa. Mesmo em empresas fabris, é comum que os serviços (finanças, RH, compras, engenharia, etc.) respondam por 80% do preço do produto (GEORGE, 2004). Conforme George; Rowlands; Kastle (2004), além do aumento de lucratividade o Seis Sigma gera o desenvolvimento de habilidades valiosas (tomada de decisão, solução de problemas, trabalho em equipe) no pessoal envolvido e tende a tornar melhores o local de trabalho e o próprio trabalho (eliminando obstáculos ao trabalho e o tornando mais significativo), o que por si só já justificam sua adoção.

2.3.2 Implantação do Seis Sigma

Para a implementação do Seis Sigma é necessária uma metodologia. A metodologia proposta por Harry (*Breakthrough strategy*) (HARRY, 2000d) envolve 8 atividades – reconhecer, definir, medir, analisar, melhorar, controlar, padronizar, integrar (*Recognize, define, measure, analyse, improve, control, standardize, integrate*). Segundo diversos autores ((BREYFOGLE, 1999); (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2001) e (WERKEMA, 2002)), a metodologia mais usada é denominada DMAIC, do inglês *Define, Measure, Analyse, Improve and Control* (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) e para cada fase do DMAIC pode-se associar as ferramentas da qualidade possíveis de serem utilizadas.

- Definição: Esta fase destina-se a identificar os clientes, as CTQs e conseqüentemente os produtos e processos a serem melhorados, selecionar os projetos de melhoria, definir o escopo dos projetos e obter o aval da Direção para o projeto. O QFD (*Quality Function Deployment*) normalmente é utilizado para ligar a estratégia com os projetos específicos. Outras ferramentas utilizadas são Custos da Qualidade ou BSC (*balanced score card*), Pareto, Análise Financeira, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa),

benchmarking, fluxogramas, entre outras. Os processos que geram as CTQs devem ser mapeados para verificar se estes podem ser simplificados, utilizando o SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process steps, Outputs, Customers*).

- Medição: Esta fase visa definir um padrão de desempenho mensurável para os processos, validar o sistema de medição e medir o desempenho. As saídas dos processos devem ser medidas em termos de eficácia e eficiência. Deve-se coletar dados, avaliar a capacidade do sistema de medição e medir a situação atual. Ferramentas e métodos mais usados são: MSA *(Measurement System Analysis),* Cp/Cpk, DPMO (defeitos por milhão de oportunidades), Box-Plot, PPM (partes por milhão), histograma, amostragem.
- Análise: A fase Análise examina os dados coletados no processo para estabelecer o desempenho atual e capabilidade do processo, para ajustar objetivos de desempenho e detectar as causas básicas dos defeitos ou fontes potenciais de variação (os Xs). Avaliar falhas reais e potenciais, analisar correlações entre variáveis, analisar interações e efeitos. A fase Analisar identifica *benchmarks* (modelos) e metas, que podem ser atingidas por meio de redução de variabilidade e controle. Ferramentas mais usadas: Testes de Hipóteses, DOE (*Design of Experiments*), correlação/regressão, testes não paramétricos, FMEA *(Failure Mode and Effect Analysis),* Intervalo de confiança, Ishikawa.
- Melhoria: Na fase de Melhoria faz-se a análise de alternativas, a definição do novo processo, revisão do FMEA, e se elabora um plano de ação para remover a causa dos defeitos. O resultado é a de relação ajustes de processo propostos para desempenho melhorado. Ferramentas mais usadas: DOE, manufatura enxuta, Poka-yokes, Confiabilidade, Cp/Cpk, Plano de Ação 5W1H.
- Controle: Nesta fase a solução é implementada (piloto) e o nível sigma é recalculado. Deve-se realizar um acompanhamento inicial e padronizar a solução, para assegurar que esta será sustentada. Em adição, a fase Controle permite que a informação seja dividida para acelerar melhorias similares em outras áreas. Para isso podem ser empregadas as seguintes ferramentas da qualidade: Controle Estatístico de Processo (CEP), plano de controle, auditorias, padronização, Dimensionamento e Tolerâncias Geométricas (GD&T).

A definição de métricas para medir o sucesso do projeto é ponto importante, pois estas retiram a emoção e especulação do problema (BREYFOGLE, 1999). Harry (2000e) alerta para a necessidade das métricas estarem ligadas a metas e a formas de reconhecimento pelo alcance destas metas. As métricas mais utilizadas são o DPMO (Defeitos por Milhão de Oportunidades), o nível Sigma e o Custo da Qualidade (HARRY; SCHROEDER, 2000). GEORGE (2004) propõe como métricas o nível Sigma, ROA (*Return on Assets*) e Valor Presente Líquido. Harry (2000b) afirma que o nível Sigma é sempre uma meta de longo prazo, e que deve ser verificado qual o nível de desempenho que o cliente valoriza, pois pode não ser econômico um desempenho $\pm 6\sigma$ se a expectativa do cliente for $\pm 4\sigma$, pois a passagem de 3σ para 6σ representa um fator de melhoria de 19650 vezes em termos de PPM. Também é importante determinar a taxa em que a melhoria de desempenho deve ser feita para atender ao requisito do cliente, para adequação dos investimentos no tempo. Santos e Martins (2003) realizaram um estudo de caso exploratório no Brasil em empresa multinacional com um programa Seis Sigma implementado, e concluíram pela importância da existência de um sistema de medição de desempenho alinhado com os objetivos estratégicos da empresa, tal como um BSC, ou mesmo os Objetivos da Qualidade e indicadores de processos de empresas que possuem Sistemas de Gestão da Qualidade implementados, para o sucesso da implantação do Seis Sigma. O sistema de medição de desempenho, além de ser um bom meio de começar um programa Seis Sigma, tem efeitos sinérgicos sobre o mesmo, pois torna mais claro quais processos necessitam melhoria e qual o "defeito" (CTQ) a corrigir, permitindo definir projetos realmente relevantes para os negócios da empresa e possibilitando obter uma realimentação estratégica de informações sobre o desempenho.

Antony e Banuelas (2002) realizaram um *survey* em grandes empresas do Reino Unido que revelou a ordem de importância dada aos fatores apontados pela literatura para efetiva implementação do Seis Sigma. Os fatores em ordem de importância foram:

(1) Compromisso e envolvimento da Administração.

(2) Compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas do Seis Sigma.

(3) Ligar o Seis Sigma à estratégia de negócios – deve estar claro como os projetos e outras atividades do Seis Sigma atendem aos clientes, processos-chave e à competitividade.
(4) Ligar o Seis Sigma aos clientes – determinar os requisitos dos clientes e CTQs
(5) Seleção, análise crítica e acompanhamento de projetos.
(6) Infraestrutura Organizacional – a equipe Seis Sigma.
(7) Mudança cultural – tornar o Seis Sigma parte da rotina.
(8) Habilidade de gestão dos projetos.
(9) Ligar o Seis Sigma aos fornecedores – envolver os fornecedores na mudança cultural, reduzir a base de fornecedores para poucos com alta capabilidade.
(10) Treinamento – formação da equipe Seis Sigma.
(11) Ligar o Seis Sigma aos empregados (recursos humanos) – as recompensas (promoções, por exemplo) devem estar ligadas à estratégia Seis Sigma.

2.3.3 O papel da Direção

De acordo com diversos autores ((BREYFOGLE, 1999); (HARRY; SCHROEDER, 2000); (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2001) e (WERKEMA, 2002)) o Seis Sigma tem que necessariamente ser desdobrado a partir da Alta Direção, pois se o programa for delegado apenas ao pessoal técnico ou à média gerência, as metas e os projetos serão modestos e os resultados não terão o impacto esperado, e o programa perderá apoio. O papel da Direção inicia-se com a opção pela implementação do Seis Sigma, continuando com a definição dos objetivos e das áreas estratégicas da empresa, onde as mudanças são mais necessárias para garantir a competitividade sustentada e onde o potencial de retorno sobre investimentos será maior. A Direção também deve ter participação efetiva na definição dos CTQs e dos processos críticos, para que os temas escolhidos sejam prioritários para toda organização. O sucesso do Seis Sigma depende também da escolha certa dos projetos. Ao mesmo tempo em que são necessários resultados no curto prazo como forma de dar crédito ao programa, projetos que resultem em fidelização de clientes, redução de custos da qualidade, melhoria de lucratividade e aumento de valor normalmente são de mais longa duração. Portanto, o Seis Sigma

deve estar inserido em um plano estratégico de longo prazo, durante os quais a Direção deve sustentar o programa para atingir estes resultados (WERKEMA, 2002). Um mau gerenciamento de projeto pode levar a desperdícios de tempo e dinheiro (PYZDEK, 2003). A Direção também deve se envolver na escolha e no gerenciamento dos projetos e fornecer o apoio necessário à execução deles durante todas as fases do DMAIC. O DMAIC proporciona uma estrutura para análise crítica dos projetos, possibilitando avaliação do progresso, ajustes ou remoção de barreiras pela Direção.

2.3.4 A equipe Seis Sigma

As pessoas que trabalham sobre os problemas devem trabalhar em equipe, dividindo idéias para solucioná-los. As equipes, para serem eficazes, devem possuir membros capazes de ouvir, discutir, criar, organizar e tomar decisões, e para tanto, estes devem ser treinados. Conforme Harry e Schroeder (2000), a equipe Seis Sigma normalmente envolve o trabalho dos *Green Belts* (GBs), funcionários da empresa, conhecedores dos processos a serem trabalhados e treinados nas técnicas e ferramentas a serem utilizadas, trabalhando em tempo parcial nos projetos, coordenados pelos *Black Belts* (BBs), profissional dedicado exclusivamente a projetos Seis Sigma, com especial treinamento na metodologia e suas ferramentas, os quais são apoiados pelos *Champions*, líderes daquele processo, com compreensão da metodologia e com a missão de apoiar os projetos, todos sob o comando do Executivo Líder, responsável pelo programa Seis Sigma na empresa e pelo seu acompanhamento financeiro (Fig. 2.1). Empresas maiores, com muitos projetos Seis Sigma em andamento, podem utilizar ainda a mão de obra de *Master Black Belts* (coordenadores de *Black Belts*). Outras empresas podem incluir outros membros na equipe.

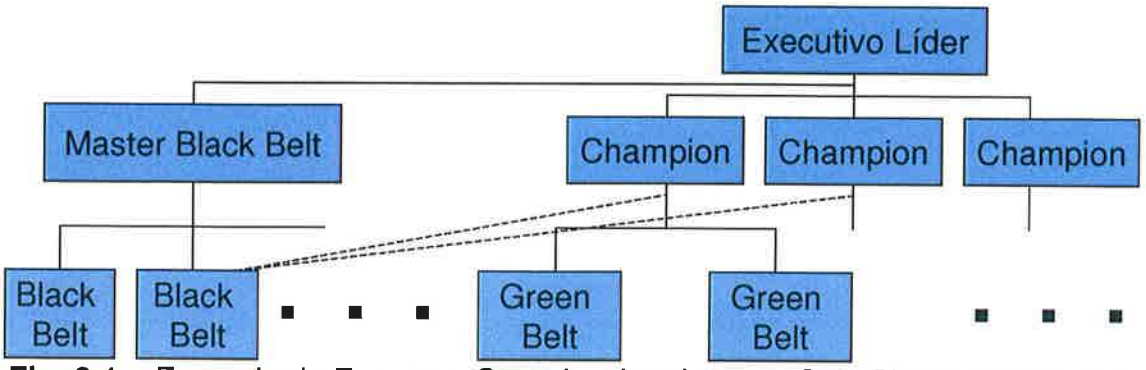

Fig. 2.1 – Exemplo de Estrutura Organizacional para o Seis Sigma. Fonte: elaborado pelo autor a partir de HARRY; SCHROEDER (2000).

Hoerl (2001) define o BB como a espinha dorsal das iniciativas de Seis Sigma bem sucedidas. O BB é orientado para resultados, lidera uma equipe que trabalha sobre um problema, aplica ferramentas estatísticas de maneira integrada para resolvê-los e gerencia vários projetos simultaneamente. Para um BB ser certificado, além do treinamento, ele deve ter completado um número de projetos com sucesso, que varia conforme o esquema de certificação utilizado (de 1 a 15). O autor lembra que o treinamento é apenas uma parte da formação do BB, outra parte importante é a orientação dada pelo MBB. A formação de um *Master Black Belt* é similar à do BB. A média de economia gerada por um BB é US$175000 por projeto, e um BB pode executar 5 a 6 projetos por ano, adicionando aproximadamente $1 milhão aos lucros anuais (HARRY, 1998).

Tabela 2.2 – Duração típica de cursos de conscientização e treinamento em Seis Sigma, conforme o público-alvo.

Grupo	Tópicos principais	Duração
Direção e *Champions*	Visão geral do Seis Sigma, com benefícios e estudo de casos. Como implementar o Seis Sigma. Ferramentas e recursos necessários.	1 dia
Black Belts e *Master Black Belts*	Visão geral do Seis Sigma. Metodologia e ferramentas do Seis Sigma. Treinamento em estatística. Treinamento em *softwares* estatísticos. Seleção e execução de projetos.	2 a 5 semanas ao longo de um período de 2 a 6 meses
Green Belts	Visão geral do Seis Sigma.	5 dias

Fonte: HOERL (2001).

Conforme Hoerl (2001), na General Eletric o BB é uma função temporária, em geral dois anos de dedicação, após o qual o funcionário é aproveitado em uma outra função. Esta estratégia visa produzir uma massa crítica de lideranças futuras com formação estatística e mentalidade voltada para a melhoria contínua.
O treinamento e conscientização dos envolvidos no Seis Sigma são normalmente desenvolvidos como descrito na Tabela 2.2.

2.3.5 *Lean* Six Sigma

Outra vertente do Seis Sigma é o *Lean* Seis Sigma, que procura mesclar a Manufatura Enxuta (*lean manufacturing*) com o Seis Sigma ((GEORGE; ROWLANDS; KASTLE, 2004) e (GEORGE, 2004)). Estes autores dizem que, enquanto o Seis Sigma melhora a qualidade dos bens e serviços pela redução da variabilidade, o *Lean* melhora a velocidade do processo e reduz o capital investido, e ambos permitem reduzir o custo da complexidade (custos decorrentes da não simplificação dos processos e produtos: processos longos, muitos componentes, produtos não padronizados). Para estes autores, qualidade, velocidade e custos estão ligados, pois um processo que produz defeitos é um processo lento e custoso, ao mesmo tempo em que um processo lento é um processo custoso e sujeito a falhas. Portanto, para produzir com menores custos, os processos devem ser melhorados em qualidade e velocidade simultaneamente.
George (2004) faz algumas afirmações, a qual denominou de leis, que balizam o *Lean* Seis Sigma:

- a velocidade de qualquer processo é proporcional à flexibilidade do processo,
- 20% das atividades em um processo causam 80% dos atrasos;
- a velocidade de qualquer processo é inversamente proporcional ao volume de trabalho em processo;
- O aumento da complexidade do serviço ou do produto oferecidos geralmente acrescenta mais custos do que valor, pois faz aumentar o trabalho em processo, gerando menor velocidade e mais problemas de qualidade (reduz nível Sigma).

Outras lições básicas do *Lean*, conforme George (2004):

- a maioria dos processos é não-*lean* (a maior parte do trabalho não agrega valor aos olhos do cliente, e pode ser classificado como perda). As perdas podem ser reduzidas minimizando-se os tempos improdutivos (tempo de troca, tempo de manutenção corretiva), a complexidade (por meio de padronização) ou a taxa de defeitos (aumentar o nível Sigma).
- a meta primária é a redução e controle do trabalho em processo (o controle do trabalho em processo permite o controle do tempo). O trabalho em processo aumenta em decorrência de tempos improdutivos, complexidade, problemas de qualidade (ex.: retrabalho) e impacto da variação de oferta e demanda.
- todo processo deve operar em sistema "puxado", não em sistema "empurrado", para eliminar variação de tempo de processamento *(lead time)*;
- trabalho invisível não pode ser melhorado: a gestão visual, com base em dados, deve ser implantada.

2.3.6 DFSS – *Design For Six Sigma*

Para Harry (2000g), o Seis Sigma deve ser implantado não apenas na gestão e nos processos, mas também nos projetos de produto, como forma de incorporá-lo ao modo de trabalho da empresa e aumentar o valor do produto para o cliente. A aplicação do Seis Sigma a projetos de produto recebe o nome de DFSS (*Design for Six Sigma*). Por meio do DFSS, o Seis Sigma foca não apenas a redução de custo, mas o aumento do valor para aumentar vendas.

Creveling; Slutsky e Antis (2003) definem DFSS como um conjunto de métodos estatísticos e de engenharia reunidos para serem usados durante o desenvolvimento de produtos. O DFSS assegura que as funções do produto atendam às necessidades dos clientes e que a tecnologia escolhida desempenhará aquelas funções de maneira robusta durante o ciclo de vida do produto. O DFSS não substitui métodos de engenharia atuais, nem dispensa a organização da necessidade de possuir excelência em engenharia e desenvolvimento de produto. A metodologia mais conhecida para implementação do DFSS é denominada DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design, Verify* - definição, medição, análise, projeto e

verificação). Werkema (2002) aponta como princípios básicos do DFSS: a identificação dos requisitos do cliente (CTQs); o desdobramento dos requisitos em especificações técnicas para que sejam incorporados aos produtos; e a construção da capacidade e modelagem (Y=f(X)), ou seja, melhorar o desempenho do produto e do processo com relação aos CTQs (Y) por meio da redução da variabilidade e dos defeitos de suas variáveis críticas (X).

Smith (2001) afirma que o papel do Seis Sigma (DMAIC) é resolver problemas relacionados a eventos passados (reclamações e garantias a clientes, produtos ou serviços que são reprovados em ensaios ou refugo, retrabalhos ou problemas de capacidade do processo) e que o DFSS é um modelo de prevenção de problemas que integra ferramentas ao processo de desenvolvimento do produto.

Reclulski e Carvalho (2004) procuraram comparar as duas vertentes da metodologia Seis Sigma, DMAIC e DFSS, através de um estudo de múltiplos casos. A comparação procurou evidenciar as principais diferenças e as principais vantagens e desvantagens de cada modelo. As principais conclusões do estudo foram:

- Com relação às semelhanças, os dois modelos utilizam o mesmo elenco de ferramentas; a mesma estrutura para as equipes de trabalho (*black belts, green belts, champions, master black belts*); demandam altos custos de implementação porém rendem rapidamente benefícios que compensam os investimentos; ambos têm dependência do apoio da Alta Direção e necessitam de envolvimento de todos os níveis de administração e operação.
- Como principais diferenças os autores apontam que o DMAIC foca a melhoria da qualidade em processos, enquanto que o DFSS lida com a qualidade em projetos de bens/serviços ou em reengenharia de processos e tem grande preocupação com o estudo de tolerância com o objetivo de atingir metas de capacidade padrão Seis Sigma.

Uma crítica comum ao Seis Sigma é de que ele tem foco corretivo e não preventivo. Smith (2001) afirma que o DFSS é um modelo de prevenção de problemas que integra ferramentas usadas ao longo do processo de desenvolvimento do produto.

Creveling; Slutsky e Antis (2003) utilizam outra seqüência de estágios para o DFSS diferente do DMADV. Estes autores definiram estruturas *stage-gate* diferentes para desenvolvimento de tecnologia e projeto do produto:

- I^2DOV (*Invent and Innovate, Develop, Optimize, Verify*) para o Processo de Desenvolvimento de Tecnologia; e

- CDOV (*Concept development; Design development; Optimization; Verification of capability*) para o Processo de Projeto do Produto.

Segundo os autores, a metodologia de desenvolvimento de tecnologia I^2DOV flui para dentro da metodologia de projeto de produto CDOV, a qual por sua vez flui dentro da metodologia de processo de produção DMAIC.

Conforme Hoerl (2004), o futuro do Seis Sigma está em novas ferramentas e estratégias e integração com a manufatura enxuta, em novas aplicações, no maior uso do DFSS (*Design for Six Sigma*) e na globalização, que faz o Seis Sigma se difundir pelo mundo.

2.3.7 O Seis Sigma e as MPMEs

O uso do Seis Sigma por pequenas empresas é novidade não só no Brasil, mas também no exterior. Kuratko; Goodale e Hornsby (2001) realizaram um estudo exploratório sobre as práticas de qualidade empregadas pelas pequenas empresas norte americanas. Este estudo foi baseado em um *survey* realizado em 184 empresas localizadas no meio-oeste americano, identificou que, enquanto o TQM era utilizado por 32,6% das empresas pesquisadas e era percebido como um dos que mais agregava valor, o Seis Sigma não apareceu na pesquisa nem entre as mais utilizadas nem entre as percebidas como maiores agregadoras de valor.

Briscoe; Fawcett e Todd (2005) realizaram um *survey* em pequenas empresas americanas manufatureiras que provou a necessidade de se estabelecer a cultura da qualidade antes da implementação de programas da qualidade usando metodologias tais como TQM, Seis Sigma e ISO9001, pois a cultura da organização influencia tanto a habilidade de conquistar quanto de manter seus benefícios.

Na Europa, Wessel e Burcher (2004) realizaram um *survey* em pequenas e médias empresas alemãs, e sugeriram 10 fatores imperativos para ajustar a abordagem Seis Sigma para as pequenas e médias empresas (para a Comunidade Européia, pequenas e médias empresas são aquelas que ocupam entre 10 e 249 pessoas), fatores estes que são comentados mais à frente neste capítulo.

Antony; Kumar e Madu (2005) publicaram um artigo sobre um *survey* realizado em pequenas e médias empresas industriais do Reino Unido (empresas com menos de

250 funcionários), para verificar a situação do Seis Sigma nestas, e para verificar se os fatores críticos de sucesso considerados para grandes organizações são válidos para as pequenas e médias. No Reino Unido, à semelhança do Brasil, as pequenas e médias empresas somavam cerca de 99% dos 4 milhões de estabelecimentos do Reino Unido no início de 2004, e empregavam cerca de 58% da força de trabalho daquele país. Sessenta empresas responderam ao questionário, das quais 16 (27%) estavam ativamente envolvidas com um programa Seis Sigma, 80% eram certificadas ISO9001, 25% havia implementado TQM, total ou parcialmente, e apenas 5% implementaram manufatura enxuta.

Os fatores considerados como mais críticos para o sucesso do desdobramento do Seis Sigma nestas organizações foram:

- O envolvimento e participação da direção;
- Ligar o Seis Sigma ao cliente - determinar os requisitos dos clientes e os CTQs; e
- Ligar o Seis Sigma à estratégia de negócios - deve estar claro como os projetos e outras atividades do Seis Sigma atendem aos clientes, processos-chave e à competitividade

Entre as razões para não implementar o Seis Sigma, a mais votada foi "não conhecer o Seis Sigma" (35%), seguida de "recursos insuficientes para implementar o Seis Sigma" (26%), "existência do sistema da qualidade é suficiente" (20%), "não requerido pelo cliente" (11%), "não perceber benefícios" (8%).

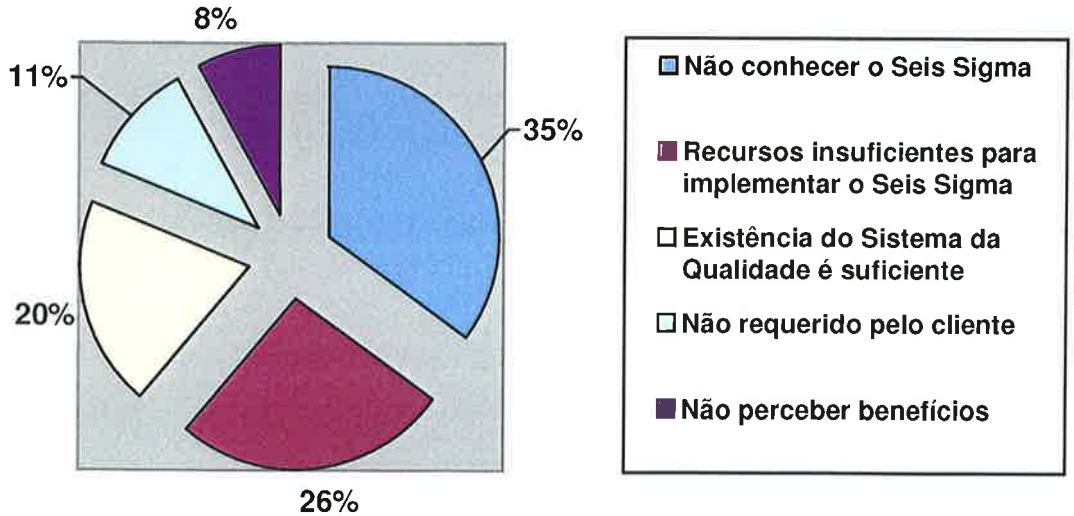

Fig. 2.2 – Razões para não implementar o Seis Sigma.
Fonte: ANTONY; KUMAR; MADU (2005)

Com relação à estrutura, 35% responderam não ter *Champions*, menos que 10% tem *Yellow Belts*, uma companhia possui um *Master Black Belt*, 80% tem *Green Belts* e 45% usam *Black Belts*. Estas proporções variaram conforme o ramo industrial de atuação.

Em termos de metodologia, 69% utilizam o DMAIC, 19% utilizam DFSS, 6% *Lean* Sigma e 6% a combinação de Seis Sigma com DFSS.

Os maiores benefícios da implementação do Seis Sigma foram na ordem:

- redução da variabilidade de processos,
- aumento da lucratividade,
- redução de custos operacionais,
- redução do custo da má qualidade.

Fatores inibidores da aplicação do Seis Sigma:

- falta de recursos (80%),
- falta de liderança,
- treinamento/orientação insuficiente,
- resistência interna,
- má seleção de projetos,
- falta de conhecimento sobre a metodologia Seis Sigma.

Thomas (2006) argumenta que, independente do porte da empresa, o Seis Sigma trabalha melhor com uma abordagem "de cima para baixo" (*top-down*), o que requer a liderança e o suporte do próprio *Chief Executve Officer* (CEO) e outros líderes *seniors* da empresa. O aprofundamento do Seis Sigma no dia-a-dia da empresa depende, então, do pensamento do CEO e abordagem que ele quer dar ao Seis Sigma no negócio. Algumas empresas podem se contentar com um pequeno grupo de *Black Belts* trabalhando em problemas difíceis, outras vão querer que os conceitos e ferramentas permeiem através do negócio e se enraízem no pensamento de tal forma que não haja outra forma de fazer negócio. Outras vão querer algo entre estes extremos.

Basu (2004) acredita que empresas de qualquer porte poderiam utilizar o Seis Sigma, desde que este fosse "sustentável", ou seja, adequado ao propósito da empresa. Esta modalidade de Seis Sigma, que ele denominou *Fit* Sigma, teria por

base o *Lean* Seis Sigma e dependeria entre outras coisas, da mudança do foco de redução da variabilidade para a integração das atividades de toda a empresa.

Na verdade, a melhoria para pequenas e médias empresas pode ter significado diferente do que para grandes empresas. Spanyi e Wurtzel (2003) afirmam: "*Como muitas pequenas e médias empresas operam seus negócios ao nível de "dois ou três sigmas", uma melhoria de apenas um sigma representa um grande passo na melhoria da satisfação do cliente e redução de custos*". Isto não significa que as pequenas e médias empresas não tenham que ter metas agressivas, mas que as metas devam ser adequadas à realidade destas empresas. O investimento no alcance destas metas tende a ser menor do que o custo de manter processos com baixo desempenho.

O envolvimento de universidades e do governo no auxílio a pequenas empresas que pretendem estabelecer programas de melhoria da qualidade é uma alternativa válida para reduzir custos. Gaudard, Schoof e Paterno (1996) relatam um programa que auxilia pequenas empresas a melhorarem seus processos industriais com o uso de DOE, com o apoio de uma Universidade e do Estado, com retorno para todos os envolvidos.

Outros autores sugerem formas de facilitar a implantação do Seis Sigma em pequenas e médias empresas. Burton (2004) propõe uma visão geral de um processo de 8 passos para desdobramento e execução do Seis Sigma para pequenas e médias organizações. Pyzdek (2005) apresenta um "mapa de estrada" para desdobramento do Seis Sigma em pequenas empresas. Harry e Crawford (2004, 2005) lançaram uma nova estratégia que denominaram de Terceira Geração do Seis Sigma (GenIII) visando atingir empresas de qualquer porte com o Seis Sigma. Para estes últimos, a Primeira Geração do Seis Sigma teve ênfase em reduzir defeitos e a Segunda Geração em minimizar custos, e propõem que a ênfase do GenIII seja produzir bens e serviços com o maior valor possível. O GenIII envolve:

- nova definição para o conceito de valor: V=(UxA)/C onde V=valor, U=utilidade, A=acesso, C=custo. Acesso refere-se a fatores como volume de produção, tempo para disponibilização ao mercado e localização para a distribuição. Utilidade é a forma, ajuste e função do produto. O valor pode ser aumentado não só por meio da redução de custos, mas também pelo aumento da utilidade ou do acesso.

- Utilização de *White Belts* (WB) em lugar de GBs e BBs, para reduzir o investimento em treinamento. O WB tem atuação mais local (células ou departamentos), em projetos de menor valor, com retorno rápido (ver Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Comparação entre *Black, Green* e *White Belts.*

BLACK BELTS Geração I	GREEN BELTS Geração II	WHITE BELTS Geração III
180 horas de treinamento	80 horas de treinamento	40 horas de treinamento
Grande campo de ação, cruzando regiões geográficas, limites divisionais e linhas de produto	O campo de ação típico deveria ser a própria divisão do *Green Belt*	Foco individual e foco da equipe de solução de problemas local
Baseia-se em estatística e probabilidades	Utiliza muitas das ferramentas do *Black Belt*, mas com um foco industrial específico	Menos baseado em estatística, mais baseado em abordagem gráfica equivalente.
Compreende a teoria e pode generalizar em muitas situações diferentes	Compreende a teoria e pode aplica-la dentro de seu "campo de ação"	Compreende como aplicar para um processo individual e localizado
$300000 de economia por projeto *Black Belt*	$100000 de economia por projeto *Green Belt*	$25000 de economia por projeto *White Belt*
4 projetos por ano	8 projetos por ano	12 projetos por ano
$1,2 milhões de economia por ano por *Black Belt*	$800.000 de economia por ano por *Green Belt*	$300.000 de economia por ano por *White Belt*

Fonte: HARRY e CRAWFORD (2004).

Abaixo estão listados e comparados os principais fatores apontados pelos autores mencionados acima sobre a aplicação do Seis Sigma nas MPMEs:

- Compromisso e participação do proprietário ou Direção do negócio: Os Executivos Líderes ou os *Champions* devem dar provas visíveis do seu envolvimento, suportando o Seis Sigma completa e ativamente. Não há diferença entre empresas pequenas e grandes no que se refere à necessidade de liderança e compromisso para o Seis Sigma. O Seis Sigma terá a forma desejada pela Direção da empresa ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005),

(BURTON, 2004), (PYZDEK, 2005), (SPANYI; WURTZEL, 2003) e (THOMAS, 2006));

- Gestão adequada dos projetos: Disciplina na priorização dos poucos projetos de melhoria críticos, diretamente alinhados aos planos estratégicos da organização e requisitos dos clientes, pois estas empresas sobrevivem dentro de uma margem de tolerância a erros muito estreita. O retorno financeiro de cada projeto deve ser medido e comprovado ((BURTON, 2004), (PYZDEK, 2005), (SPANYI; WURTZEL, 2003) e (WESSEL; BURCHER, 2004));
- Foco no cliente: Ligar o Seis Sigma aos clientes, identificando os clientes-chave para o sucesso do negócio, seus requisitos e as CTQs ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005) e (SPANYI; WURTZEL, 2003));
- Ligar o Seis Sigma à estratégia de negócios: Deve estar claro como os projetos e outras atividades do Seis Sigma atendem aos clientes, processos-chave e à competitividade. Definir escopo, metas e sistema para medição de desempenho dos projetos ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005) e (BURTON, 2004));
- Ter uma base cultural de outra metodologia da qualidade (ex.: ISO9001, TQM, manufatura enxuta): Um sistema de gestão (ISO9001) já implementado permite que o programa Seis Sigma incorpore facilmente a gestão dos processos (ex.: documentação, controle, avaliação do grau de satisfação do cliente), facilitando o esforço de documentação para fornecer as evidências do trabalho lucrativo, a utilização da abordagem de processos e de outras ferramentas do Seis Sigma, além de colaborar para evitar erros nos projetos Seis Sigma ((BASU, 2004), (BRISCOE; FAWCETT; TODD, 2005); (PYZDEK, 2005) e (WESSEL; BURCHER, 2004));
- Redução do custo de treinamentos: O programa de treinamento deve ser significativamente mais curto que em grandes empresas, mas ainda baseado em métodos e ferramentas adequados e ajustados às necessidades específicas do negócio, com dados e exemplos dos processos atuais ((BURTON, 2004), (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005) e (WESSEL e BURCHER, 2004));
- Motivação: recompensar e reconhecer os desempenhos e resultados alcançados com o Seis Sigma ((SPANYI; WURTZEL, 2003) e (WESSEL; BURCHER, 2004));

As sugestões para reduzir custos de treinamento são diversas:

- utilizar os recursos de internet ou vídeos para treinamento (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005), uso de treinamento e consultoria *on-line* (telefone, internet), iniciativas autodidatas (leitura de livros, aquisição de *softwares*, consulta a sítios da internet especializados etc.) (PYZDEK, 2005);
- Utilizar serviços de consultoria modulares, que permitam a adição ou retirada de elementos sem comprometer o conjunto dos conceitos e sem arriscar o sucesso do programa como um todo (WESSEL; BURCHER, 2004);
- Treinamento fechado (*in company*) por um Consultor preparado para ajustar o treinamento às necessidades da companhia e fornecer exemplo de aplicação prática semelhantes àquelas prováveis de serem encontradas na empresa (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005);
- Envolvimento de universidades e do governo (GAUDARD; SCHOOF; PATERNO, 1996). Apoio de grandes clientes e fornecedores ou de universidades, projetos feitos por BBs em formação para obtenção de certificados (PYZDEK, 2005);

Foi evidenciada uma polêmica com relação à equipe Seis Sigma. Pyzdek (2005) e Wessel; Burcher (2004) confiam na estrutura de GBs e BBs, mas sugerem opções para reduzir os custos desses:

- Pequenas empresas poderiam ter apenas GBs. Para formar e manter GBs e BBs, seria necessário criar folgas (tempo disponível) e redundâncias (mais de um responsável por tarefa), ou seja, delegar tarefas rotineiras a outras pessoas ou contratar. Executar um treinamento de um dia para conscientização de todos na empresa, para facilitar a introdução do Seis Sigma na cultura da empresa e promover a participação no esforço (PYZDEK, 2005);
- Os papéis do Seis Sigma (ex.: *Black Belt*) deveriam ser restritos aos líderes de projeto apenas, mas a nomenclatura conhecida do Seis Sigma deveria ser mantida para garantir a difusão cultural e promover a participação. (WESSEL e BURCHER, 2004)

Em oposição, Burton (2004) e Harry e Crawford (2004 e 2005) optam por criar outros papéis dentro do Seis Sigma, onde as pessoas teriam um volume menor de treinamentos e atuariam de forma mais limitada a princípio, mas à medida que o

programa evolui, o treinamento destas pessoas também deveria evoluir, de forma sustentada.

- Criar uma estrutura de treinamentos escalonada, iniciando um maior número de *Yellow Belt* (YB), com treinamento por um período de 2 a 4 semanas em ferramentas básicas, incluindo também *Kaizen* e *Lean*, com alguns passando a GBs (treinamento por um período de 2 a 3 meses) e, posteriormente, alguns selecionados passando a BBs. Estas evoluções deveriam ser subsidiadas pelas economias tangíveis geradas pelo programa Seis Sigma, em consonância com o requisito da certificação ser vinculado não apenas à assistência de aulas, mas também a completar projetos bem sucedidos (BURTON, 2004);
- Utilização de WBs em projetos de menor valor, com retorno rápido ((HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005).

2.4 Outras metodologias

Conforme a definição adotada (ver 2.3.1), o Seis Sigma surgiu a partir do TQM e incorporou técnicas e conceitos da Manufatura Enxuta e da Reengenharia, portanto, a compreensão destas metodologias é importante para melhor compreender como aplicar o Seis Sigma.

Para Wessel e Burcher (2004), o Seis Sigma pode ser visto como o atual estágio da evolução da gestão da qualidade, com foco na melhoria da lucratividade e aumento do valor, mas ainda se baseia nos fundamentos do TQM.

Sobre a comparação entre o TQM e o Seis Sigma, Yang (2004) afirma que o TQM é um conjunto de filosofias e métodos usados por uma organização para guiá-la na melhoria contínua de todos os aspectos da qualidade do negócio, enquanto que o Seis Sigma é essencialmente uma metodologia para disciplinar a melhoria da qualidade dos processos-chave relacionados às necessidades dos clientes. O Seis Sigma é, portanto, uma metodologia dentro – e não uma alternativa para – o TQM. Conforme o autor, outras diferenças estão no campo do método: o TQM é mais participativo, utiliza ferramentas mais simples e prevê mudanças incrementais

(kaizen), enquanto que o Seis Sigma é baseado em um grupo restrito (liderança e pessoas especialmente designadas e treinadas), utiliza ferramentas mais sofisticadas e prevê mudanças rápidas e drásticas. O autor enfatiza que ambas as metodologias têm relato de grandes benefícios, mas que o TQM se preocupa essencialmente com a satisfação do cliente, deixando de lado o desempenho financeiro, enquanto que o Seis Sigma procura atingir ambos. Hoerl (2004) concorda com Yang ao afirmar que o Seis Sigma é excelente no que ele se propõe, mas não é um sistema holístico de gestão da qualidade nos negócios como o TQM.

Kasahara e Carvalho (2003), através de um estudo de múltiplos casos em empresas brasileiras, compararam os modelos de gerenciamento da qualidade Seis Sigma e TQM, identificando as diferenças e similaridades entre ambos, chegando a conclusões coerentes com as de Yang (ver Tabela 2.4). Foi observado ainda que as empresas que já tinham uma cultura da qualidade e que tratam a qualidade como um ponto fundamental dedicam a esta uma estrutura e volume de treinamentos adequados, e obtém os melhores resultados.

Tabela 2.4 – Similaridades e diferenças entre Seis Sigma e TQM.

SIMILARIDADES	DIFERENÇAS
- Uso de técnicas estatísticas e da qualidade; - Conceitos comuns (busca de melhoria contínua, uso de trabalho em equipe, envolvimento da Alta Direção); - Resistência inicial dos funcionários às mudanças; - Relato de grandes benefícios obtidos.	- Forte alinhamento do Seis Sigma com a estratégia global da empresa, não se restringindo à satisfação do cliente, envolvendo desempenho financeiro; - Seleção, gerenciamento e controle dos projetos selecionados no Seis Sigma; - Métrica própria no Seis Sigma (índice de capacidade sigma), independente do escopo do projeto ou processo, operando como *benchmarking* entre eles; - O TQM é mais participativo, utiliza ferramentas mais simples e prevê mudanças incrementais (*kaizen*), enquanto que o Seis Sigma é baseado em um grupo restrito (liderança e pessoas especialmente designadas e treinadas), utiliza ferramentas mais sofisticadas e prevê mudanças rápidas e drásticas.

Fontes: Kasahara e Carvalho (2003) e Yang (2004).

Pyzdek (2005), Wessel e Burcher (2004) e Briscoe; Fawcett e Todd (2005) apontam para a importância que os Sistemas de Gestão (ISO9001:2000) podem ter para o sucesso do Seis Sigma em pequenas e médias empresas. Munro (2000) vê

similaridades entre a QS9000 (hoje substituída pela ISO/TS16949:2002) e o Seis Sigma, que utilizam diversas ferramentas em comum: FMEA, gráficos de controle, gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa, histogramas, diagrama de dispersão, DOE, redução de variação de processo, método de solução de problemas, MSA, análise de capabilidade, técnicas de correlação, testes de hipóteses, ANOVA (*Analysis of Variance*), planos de controle, etc.

2.4.1 Sistemas de Gestão da Qualidade

Os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) têm origem nos anos 50, porém foi em 1987 que a *International Organization for Standardization* publicou a primeira versão da norma ISO9001, com o intuito de estabelecer um consenso mundial sobre requisitos mínimos para um SGQ (no Brasil esta norma foi publicada em 1990). A última versão da ISO9001:2000 incorporou diversos conceitos do TQM, denominados como Princípios de Gestão da Qualidade (ver Figura 2.2), que por conseguinte a aproximam dos conceitos do Seis Sigma.

Vários processos inerentes ao Sistema de Gestão, como os de ação corretiva, treinamento para a qualidade, padronização, calibração de instrumentos de medição, entre outros, também encontram correspondência dentro do Seis Sigma.

O conceito de "abordagem de processos" da ISO9001:2000 assemelha-se àquele da reengenharia. Para a ISO9001:2000 "*qualquer atividade ou conjunto de atividades que usa recursos para transformar insumos (entradas) em produtos (saídas) pode ser considerada um processo, e para que as organizações funcionem de forma eficaz, elas têm que identificar e gerenciar processos inter-relacionados e interativos*". A norma declara ainda que "*o uso com sucesso dos oito princípios de gestão por uma organização resultará em benefícios para as partes interessadas (stackholders), tais como melhoria no retorno financeiro, criação de valor e aumento da estabilidade*".

PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA QUALIDADE (ISO9000:2000)

1) **Foco no cliente**: organizações dependem de seus clientes e, portanto convém que entendam as necessidades atuais e futuras do cliente, atendam aos requisitos e procurem exceder suas expectativas;
2) **Liderança**: líderes estabelecem a unidade de propósitos e o rumo da organização. Convém que eles criem e mantenham um ambiente interno no qual as pessoas possam estar totalmente envolvidas no propósito de atingir os objetivos da organização.
3) **Envolvimento de pessoas**: pessoas de todos os níveis são a essência de uma organização e seu total envolvimento possibilita que as suas habilidades sejam usadas para o benefício da organização.
4) **Abordagem de processo**: um resultado desejado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e os recursos relacionados são gerenciados como um processo.
5) **Abordagem sistêmica para a gestão**: identificar, entender e gerenciar os processos inter-relacionados, como um sistema, contribui para a eficácia e eficiência da organização no sentido de atingir seus objetivos.
6) **Melhoria contínua**: convém que a melhoria contínua do desempenho global da organização seja seu objetivo permanente.
7) **Abordagem factual para tomada de decisões**: decisões eficazes são baseadas na análise de dados e de informações.
8) **Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores**: uma organização e seus fornecedores são interdependentes e uma relação de benefícios mútuos aumenta a capacidade de ambos em agregar valor.

Fig. 2.3 – Princípios de Gestão da Qualidade da ISO9001. Fonte: ABNT (2000)

A abordagem abaixo, estabelecida pela ISO9001:2000 para desenvolver e implementar um sistema de gestão da qualidade, também guarda semelhança com o processo de implantação do Seis Sigma:

a. determinação das necessidades e expectativas dos clientes e das outras partes interessadas (*stackholders*);
b. estabelecimento da política da qualidade e dos objetivos da qualidade da organização;
c. determinação dos processos e responsabilidades necessários para atingir os objetivos da qualidade;
d. estabelecimento de métodos para medir a eficácia e a eficiência de cada processo;
e. aplicação dessas medidas para determinar a eficácia e a eficiência de cada processo;

f. determinação dos meios para prevenir não-conformidades e eliminar suas causas;
g. estabelecimento e aplicação de um processo para melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade.

Diversos setores econômicos (farmacêutico, telecomunicações, automobilístico etc.) criaram normas setoriais baseadas na ISO9001, mas complementadas com critérios específicos do setor (ex.: GMP-*Good Manufacturing Practices*, TL9000, ISO/TS16949:2002 etc.). No caso do ramo automobilístico, inicialmente foram criadas várias normas (QS9000, AVSQ, EAQF´94, VDA6) conforme o país de procedência das empresas que as patrocinavam, mas em 1999 as indústrias aceitaram manter uma única norma (mais precisamente Especificação Técnica) a ISO/TS16949:1999, que foi atualizada em 2002 (ISO/TS16949:2002) para ficar alinhada com os requisitos da revisão 2000 da ISO9001. A ISO/TS16949:2002, compulsória para fornecimento às montadoras, contém todos os requisitos da ISO9001:2000 e outros requisitos adicionais e interpretações das montadoras, entre os quais a utilização de diversas ferramentas comuns ao Seis Sigma, tais como CEP, FMEA, QFD, MSA, Custos da Qualidade, além de outras técnicas como manufatura enxuta, DOE, *benchmarking*, entre outros. A meta da ISO/TS16949:2002 é o desenvolvimento de um sistema de gestão da qualidade que proporcione a melhoria contínua, enfatizando a prevenção do defeito e a redução de variação e desperdício na cadeia de fornecimento (ABNT, 2004).

2.4.2 TQM – *Total Quality Management*

O TQM não tem uma única definição. Ele surge como uma reação aos excessos da Administração Científica e é o resultado de uma evolução do pensamento de diversos autores sobre qualidade e da aplicação prática nas empresas. Da leitura dos autores clássicos (Juran (1990); Deming (1990); Feigenbaum (1994); Crosby ((CROSBY, 1991) e (CROSBY, 1992)), Ishikawa (1986) e Taguchi (TAGUCHI; ELSAYED; HSIANG, 1990)) e de autores mais atuais como Shiba; Graham; Walden (1997), pode-se depreender os seguintes aspectos como fazendo parte do TQM:

a) Compromisso da Administração para com a Qualidade:

Feigenbaum, Juran e Crosby afirmam que a Alta Administração deve dar total apoio ao programa da qualidade. Neste sentido, aconselham o uso de linguagem financeira para relatar os problemas e decidir prioridades (Custo da Qualidade). Deming e Juran afirmam que a maior parte dos problemas está no sistema (configurado pela Administração) e não nos empregados. Ishikawa chega a pregar que o presidente da empresa conduza, ele próprio, as Auditorias de CQ pela empresa. Deming reclama por uma liderança que ajude os empregados a trabalhar melhor.

b) Foco no cliente

Deming e Crosby orientam a conhecer e atender aos requisitos dos clientes. Juran defende o planejamento para a qualidade como forma de incorporar os requisitos do cliente aos produtos e processos.

c) Importância do Fator Humano

Feigenbaum afirma que o ser humano é o fator mais importante para a qualidade. Feigenbaum, Deming e Ishikawa concordam que deve haver o envolvimento de todos na empresa com o programa da qualidade. A conscientização para a qualidade deve ser feita do topo à base da empresa, nas palavras de Feigenbaum, Crosby e Ishikawa. Feigenbaum também ressalta a importância da comunicação, participação, atitude neste processo. Treinamento, auto-aprimoramento e motivação intrínseca são fundamentais conforme Deming. Crosby afirma que o treinamento deve ser adequado a cada nível. Juran defende que o treinamento seja voltado para resultados (aplicação imediata). Ishikawa analisa as diferenças culturais como importantes para a qualidade e conclui que o generalismo (visão holística) é preferível à especialização demasiada, o que o leva a defender a polivalência, delegação e o autocontrole como fatores determinantes para a qualidade. O autocontrole é apoiado por Juran. Na mesma linha de pensamento, Deming e Ishikawa vêem como fundamental a quebra de barreiras entre áreas (departamentos) para o sucesso do programa. O 5S's é um programa muito usado de valorização e motivação do ser humano, que aborda o descarte de inservíveis, a organização, a limpeza, a saúde e segurança e a disciplina.

d) Estrutura para a qualidade

Todos defendem o trabalho em equipe como forma preferível de tratar os problemas da qualidade. A delegação de responsabilidade/autoridade (*empowerment*) é outro conceito comum, transferindo a responsabilidade pela qualidade do Departamento da Qualidade para todos na empresa. Feigenbaum defende a existência de um sistema da qualidade documentado, com responsabilidades e autoridades definidas. Crosby prevê a necessidade de um Comitê para a Qualidade que coordene o programa da qualidade, assim como Juran fala de um Conselho para a Qualidade. Ishikawa prega os CCQs (Círculos de Controle da Qualidade) como a melhor estrutura para empreender a melhoria contínua (Kaizen). Feigenbaum também lembra que a informática e automação auxiliam no controle dos produtos e processos e também trazem consigo a necessidade da redução de defeitos (maior padronização), mas Deming diz que automação, equipamentos e outras "coisas" por si só não resolvem os problemas da qualidade.

e) Pensamento estatístico

Todos acreditam que relações de causa-e-efeito determinam os processos e que métodos de solução de problemas devem ser baseados na pesquisa das causas básicas, permitindo inclusive a prevenção de problemas. Ishikawa propõe o diagrama "espinha-de-peixe" para pesquisa das causas básicas. Deming, Juran e Ishikawa defendem a redução do número de fornecedores em troca de parcerias com aqueles escolhidos para fornecimento, numa tentativa de reduzir a variabilidade devido às matérias-primas. Feigenbaum ressalta a utilidade das ferramentas estatísticas no controle dos produtos e processos, e de estudos de confiabilidade para melhoria dos produtos. Deming é o defensor mais enfático do pensamento estatístico e, neste sentido, condena as metas numéricas e avaliações individuais de desempenho (a variabilidade do processo deveria ser considerada), bem como as avaliações de curto prazo (tendências devem ser avaliadas por métodos estatísticos, e em especial o uso de Planos de Amostragem baseados em NQA, que deveriam ser substituídos pelo controle estatístico do processo).

f) Medição, Análise e Melhoria Contínua

A Melhoria contínua dos produtos e processos é defendida por todos os autores consultados. O uso do ciclo PDCA como base para a melhoria contínua é proposto por Feigenbaum, Deming e Ishikawa. Juran e Crosby especificam o estabelecimento de planos e metas e premiações para a melhoria da qualidade. Ishikawa acredita que as melhorias devam ser feitas no dia-a-dia em todos os níveis (Kaizen). A redução de variabilidade como forma de melhoria contínua é tema preferido de Deming e Taguchi. Ishikawa, Juran e Feigenbaum apóiam o uso de ferramentas estatísticas no controle e melhoria dos produtos e processos. Medição dos produtos e processos, seguida de ação corretiva ou preventiva (MASP – Metodologia de Análise e Solução de Problemas) é a proposição de Feigenbaum, Crosby e Deming. Já Feigenbaum, Crosby e Juran enfatizam o uso de medições financeiras (Custo da Qualidade) como a forma mais eficaz de determinar prioridades para ações e melhorias.

g) Qualidade desde o Projeto

A qualidade não deve depender apenas de avaliação, mas deve ser incorporada já no projeto do produto e do processo por meio de especificações, prevenção, ensaios de confiabilidade etc., como explicam Juran, Feigenbaum e Deming. Taguchi ensina a aplicar métodos estatísticos avançados para o estabelecimento de especificações, como forma de tornar os processos/produtos robustos e otimizados.

h) Envolvimento dos fornecedores

Todos os "gurus" da qualidade enfocam a necessidade do envolvimento dos fornecedores. Deming advoga o fornecedor único, como forma de reduzir a variabilidade devido a matérias-primas. Juran propõe substituir o relacionamento de adversidade com fornecedores pelo trabalho em equipe e, também, propõe reduzir o número de fornecedores parceiros. Crosby afirma que bens e serviços adquiridos correspondem a cerca de 50% do valor de vendas da empresa, mas pouco se investe em prevenção de defeitos e aceitação de produto. Para Ishikawa, 70% da responsabilidade por uma relação comprador-fornecedor harmoniosa recai sobre a parte compradora, e por princípio os fornecimentos devem ser feitos sem inspeção de recebimento, uma vez que os fornecedores devem ter responsabilidade integral pela garantia da qualidade. Feigenbaum afirma que o recebimento de lotes de

fornecedores deve ser objeto de planejamento e que os fornecedores devem ser avaliados continuamente.

i) Ganhos sociais

Ishikawa defende a condução de atividades de CQ por todo o país. Taguchi argumenta que seu trabalho visa evitar Perdas para a sociedade. Deming e Juran apresentam seu trabalho como uma tentativa de trazer ganhos para os consumidores e para a economia dos países.

2.4.3 Reengenharia

Hammer (1994) e Hammer e Champy (1995) apresentam uma visão oposta à visão japonesa de *Kaizen* (melhoria contínua) e propõe mudanças radicais, drásticas e fundamentais na empresa, visando grandes aumentos de desempenho. Eles apregoam que a chave está nos processos, que devem ser re-definidos longe de paradigmas existentes na empresa, usando novas tecnologias como a Tecnologia de Informação, deixando de lado as estruturas piramidais e substituir por estruturas horizontais, enriquecer o trabalho das pessoas, delegar tarefas, autoridade e responsabilidade, melhorar os níveis de educação, focar resultados, pensar indutivamente.

2.4.4 Manufatura enxuta

Conforme Womack; Jones e Ross (1992), o termo Manufatura Enxuta (*lean manufacturing*) foi cunhado pelo pesquisador Kraficik, no trabalho que envolveu a pesquisa de práticas do setor em todo o mundo. O autor defende que a manufatura enxuta utiliza menores quantidades de esforços, espaço, investimentos em ferramentais, horas de desenvolvimento e estoques, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos que a produção em massa, e que as idéias fundamentais da manufatura enxuta são

universais – aplicáveis por qualquer um em qualquer lugar. Com relação aos objetivos finais, a produção em massa se autolimita a "bom o suficiente" enquanto a produção enxuta almeja a perfeição (melhoria contínua). A manufatura enxuta também requer empregados polivalentes e trabalho em equipe, enquanto que a produção em massa requer especialização.

Slack et al. (1999) apresenta os termos manufatura enxuta e *Just in Time* (JIT) como sinônimos e define estes como uma expressão ocidental para uma filosofia e uma série de técnicas desenvolvidas pelos japoneses voltadas a fazer as coisas simples, cada vez melhores e reduzir desperdícios. A redução dos desperdícios ocorre em várias frentes, incluindo a redução de produtos defeituosos.

Corrêa; Gianesi (1993) argumentam que "a qualidade é um benefício gerado pelo sistema *Just in Time* (JIT) e um pressuposto para sua implementação". A atribuição de responsabilidades à produção preconizada pelo TQM é consistente com a técnica *kanban* do JIT e a redução de estoques proposta pelo JIT promove a melhoria da qualidade na medida em que, sem os "colchões" que absorvem os impactos das ineficiências, a produção JIT só pode prosseguir se os problemas de produção e entrega forem resolvidos. A produção JIT também requer medidas preventivas como organização e limpeza (5S's) e manutenção preventiva, que também têm impacto positivo sobre a qualidade. Outro requisito do sistema JIT é o envolvimento dos fornecedores, que com o tempo devem se integrar ao sistema.

De acordo com Lima; Zawislak (2003), a partir da década de 90, a cadeia enxuta veio a se tornar o novo padrão de relacionamento entre montadoras e fornecedores no Brasil. Este novo padrão tem inspiração na manufatura enxuta aplicado na manufatura e apresenta-se como uma desverticalização das empresas, delegando aos fornecedores etapas de produção consideradas não estratégicas. Os autores realizaram uma pesquisa sobre a influência da filosofia de manufatura enxuta sobre as pequenas e médias autopeças gaúchas. Após pesquisarem 7 empresas, concluíram que estas obtiveram redução geral de 23% nos tempos de estoque e 65% nos tempos de agregação de valor.

2.5 O setor de Autopeças

2.5.1 Panorama geral do setor de Autopeças

O dia 16 de junho de 1956 é tido como o nascimento da indústria automobilística no Brasil, porque nesta data foi assinado o decreto 39.412 pelo então presidente Juscelino Kubitschek, que criou o GEIA (Grupo Executivo da Indústria Automobilística), responsável pelas políticas que trouxeram várias montadoras e promoveram a produção de autopeças nacionais. Ao longo destes 50 anos, o Brasil consolidou sua indústria automobilística e de autopeças, que poucos países no mundo têm tão desenvolvida, mas o setor de autopeças nacional em particular tem ainda que temer pelo futuro.

Segundo Rattner (1985) e Arbix e Zilbovicius (1997) a indústria de autopeças no Brasil surgiu na verdade na I Guerra Mundial, a partir de oficinas de reparos e estabelecimentos comerciais de autopeças. Na década de 20 tem início a indústria automobilística, com a instalação no país da Ford e GM, e em seguida a International Harvester (futura Chrysler), mas utilizando basicamente apenas componentes importados. Novas indústrias de autopeças são abertas durante a II Guerra devido à dificuldade de importação de peças, e o governo Getúlio Vargas proíbe a importação de veículos montados, motivando alguns investimentos de multinacionais no país, mas é no governo Juscelino Kubitschek que estas indústrias realmente tomam força, com a instalação de diversas montadoras em São Paulo, principalmente no ABC. Neste período são criadas várias novas empresas de autopeças e há a expansão das existentes. Conforme Rattner (1985), o projeto inicial da cadeia da indústria automotiva seria uma estrutura "horizontalizada", onde a montadora fabricaria algumas peças importantes, ficando o restante para um grande número de empresas nacionais. Desde esta época, as empresas nacionais já buscavam parcerias com autopeças estrangeiras e uma característica deste período, de variedade de modelos com volumes reduzidos, fez com que as autopeças adquirissem máquinas de múltiplo uso, que geraria a base para a futura produção para o mercado de reposição.

A partir do final dos anos 60, iniciaram-se os movimentos de concentração da indústria automobilística (incorporação das montadoras menos competitivas pelas mais competitivas), a descentralização da indústria do Estado de São Paulo, com a instalação da Fiat em Minas em 1975, os investimentos nacionais em tecnologia, como o advento do carro a álcool, e o processo de substituição de empresas nacionais no fornecimento às montadoras por outras nacionais ou por multinacionais maiores. Este último deveu-se aos requisitos crescentes de qualidade, custo e prazo das montadoras, às mudanças na legislação que reduziam a proteção às empresas nacionais e, também à falta de inovação tecnológica das empresas substituídas, fazendo surgir uma segmentação das autopeças nacionais. Segundo Arbix e Zilbovicius (1997), entre 1956 e o final da década de 70, a produção nacional de veículos aumentou quase dez vezes, mas o setor de autopeças, imaginado como cativo do empresariado nacional, no final deste período já havia se tornado um oligopólio, onde as grandes empresas, principalmente de capital estrangeiro, beneficiavam-se de exportações, e as pequenas e médias nacionais estavam subordinadas às grandes ou alijadas para o mercado de reposição ou para fora do mercado de autopeças, produzindo peças de menor conteúdo tecnológico e valor agregado.

Após um grande período de estagnação da economia nacional (1979-1994), o "carro popular" dá novo alento à indústria como um todo e as montadoras dão início a uma política de redução de pessoal (*downsizing*), que significou oportunidade para as autopeças passarem a produzir componentes e conjuntos antes fabricados pela montadora. Porém, na seqüência, as montadoras dão início a uma política de fornecedor mundial (*global sourcing*), privilegiando as autopeças multinacionais, e passam a cobrar dos fornecedores maior qualidade (ex.: certificação de seus sistemas de gestão). O Mercosul a partir de 1991 significou uma reorganização da cadeia produtiva, ficando o Brasil com a produção de veículos populares e caminhões, e a Argentina com a produção de veículos mais caros e de menor escala, significando aumento do fluxo de peças e sub-sistemas entre os dois países.

A partir de 1994, ocorre uma Segunda Migração das montadoras para o Brasil, motivado pelo Novo Regime Automotivo. Como regra geral, estas fábricas se estabeleceram em novos pólos industriais e criaram novas cadeias de fornecimento, com novas formas de organização, incluindo o consórcio Modular e os Sistemistas (*tier* 1), fornecedores de módulos completos, tornando os fornecedores de simples

partes fornecedores de 2º ou de 3º nível, com reflexos nos preços pagos e no controle exercido sobre os diversos níveis. Por fim, a política de *follow source* (fornecedor mundial) das montadoras envolveu fornecedores *co-design*, ou seja, fornecedores que desenvolvem projetos de sistemas em conjunto com a montadora, requerendo investimentos em tecnologia e engenharia que fizeram concentrar ainda mais o fornecimento às montadoras nas mãos de autopeças de capital estrangeiro. As indústrias nacionais de autopeças passaram a sofrer competição internacional sem mecanismos de proteção, motivando o fechamento ou a venda para multinacionais das mais frágeis, ou ficaram estas restritas ao mercado de reposição ou exportação eventual.

De acordo com Rattner (1985) e Arbix e Zilbovicius (1997), a produção de peças e componentes de veículos destina-se fundamentalmente a dois fins: incorporação nas linhas de produção das montadoras ou reposição e exportação. Na primeira alternativa, as empresas de autopeças encontram um mercado comprador altamente concentrado em poucas montadoras. Na segunda alternativa, onde a reposição ainda é prioritária em relação à exportação, principalmente para os menores volumes de negócio, estas mesmas empresas encontram um mercado comprador pulverizado em revendedores, autorizados ou não, pequenas oficinas mecânicas, pequenos e médios comerciantes de atacado e varejo e alguns escritórios de exportação, caracterizando uma relativa falta de organização do processo de comercialização.

Dados do SINDIPEÇAS (2006) mostram que a indústria de autopeças atual que atende o mercado de montadoras é concentrada e composta basicamente por empresas de maior porte e capital estrangeiro, e atualmente experimenta um período de crescimento do mercado interno e de abertura para o mercado externo e inovações tecnológicas necessárias aos novos projetos de veículos. Por outro lado, há um grande número de micro, pequenas e médias empresas, localizadas, ainda na maior parte, em São Paulo e no ABC, que atendem principalmente ao mercado de reposição, com exportação eventual e fornecimento às montadoras e Sistemistas de peças de menor conteúdo tecnológico.

Conforme o SINDIPEÇAS (2006), em 2005 havia 478 empresas associadas à entidade, sendo 74,7% delas classificadas como micro, pequenas e médias empresas (Tabela 2.5), número ligeiramente acima do de 1995, quando 72,2% foram classificadas da mesma forma (neste ano havia 497 empresas associadas).

Também conforme esta mesma pesquisa, o número de empresas de capital nacional vem caindo. Em 1994, 74,5% eram de capital nacional, caindo este número para 56,2% em 2004. No mesmo período, as de capital estrangeiro aumentaram de 15,5% para 32,6%, enquanto que as de capital majoritariamente nacional passaram de 5,2% para 1,9% e as de capital majoritariamente estrangeiro subiram de 4,8% para 7,1%, além de surgirem 2,2% de capital misto (50% nacional/50% estrangeiro).

Tabela 2.5 – Distribuição do número de empregados X número de empresas em 2005.

Número de empregados	Número de empresas	%
1 a 30	29	6,1
31 a 60	34	7,2
61 a 125	91	19,1
126 a 250	99	20,6
251 a 500	104	21,7
501 a 1000	62	12,9
1001 a 2000	40	8,4
2001 a 4000	12	2,5
Acima de 4000	7	1,5
Total	**478**	**100,0**

Fonte: SINDIPEÇAS (2006).

Em termos de localização, em que pese uma tendência à desconcentração deste setor, é no Estado de São Paulo e em especial na capital e ABCD que ainda se concentram a maior parte das empresas de autopeças. O SINDIPEÇAS aponta que em 2005, 18,2% de seus associados estavam localizados na cidade de São Paulo, 23,5% no interior de São Paulo, 14,7% no ABCD, no restante da Grande São Paulo 15,6%, enquanto que em outros estados tinha-se 28,1%. A cidade de São Paulo foi a que mais perdeu empresas deste ramo, pois em 1995 concentrava 33,6% delas, e o ABCD também em 1995 possuía mais empresas, 18,2% do total. A Grande São Paulo manteve-se praticamente estável, em 1995 respondia por 15,9%, e as regiões que ganharam empresas foram o interior de São Paulo, que possuía apenas 19,0% e principalmente outros estados, que em 1995 concentravam só 13,3%.

Conforme Arbix e Zilbovicius (1997), as empresas de autopeças, mais do que conseqüência da instalação da indústria de veículos automotores, foram a causa de sua consolidação e desenvolvimento. Os fornecedores brasileiros desde o início lutaram por estabelecer relações menos "verticalizadas" com as montadoras, e aqueles que conseguiram estabelecer estas relações – baseados em uma gama de acordos institucionais diferentes – foram os mais bem sucedidos. O setor de autopeças brasileiro exibe hoje uma estrutura piramidal, onde um número restrito de empresas, constituída por empresas de capital estrangeiro ou grandes empresas nacionais, credenciaram-se para disputas em uma economia aberta, mantendo a atualização de seus métodos de fabricação, de tecnologia e de projeto de produto. Entretanto, na base da pirâmide permaneceu um grande número de empresas pequenas e médias, a maioria de capital nacional, que utilizam técnicas de produção menos sofisticadas e prestam serviços ao mercado local de reposição e substituição de peças. A sobrevivência deste grupo de empresas está colocada diretamente em questão nos dias de hoje.

2.5.2 As Autopeças e o Seis Sigma

O termo qualidade nas autopeças costuma ser identificado com Sistemas de Gestão da Qualidade, pois desde os anos 90 as montadoras impõem a estas empresas a obrigatoriedade de certificação nestas normas para fornecimento de peças originais. A Tabela 2.6 ilustra este fato em números. As certificações nas normas QS9000, AVSQ, VDA6.1 e EAQF têm prazo para serem substituídas pela certificação ISO/TS16949:2002, ou perderão sua validade. As montadoras também privilegiam a certificação ISO/TS16949 sobre a ISO9001:2000. As normas BS8800/OHSAS18001, ISO14001 e SA 8000 não são normas de Sistema de Gestão da Qualidade.

Bido (1999) pesquisou 4 pequenas e 4 médias empresas de autopeças brasileiras com relação à implementação de sistemas da qualidade modelos ISO9001 e QS9000, sendo para cada combinação de norma e tamanho duas empresas. Dentre as diversas conclusões obtidas, as mais relevantes para este trabalho foram:

- a obtenção da certificação parece não ter tido influência pelo tamanho da empresa, ou esta influência foi confundida com a provocada pelo tipo de certificação (ISO9001 ou QS9000).
- a pressão do cliente, que sensibilizou e mobilizou as Diretorias das empresas, fez com que o tempo para a implementação da QS9000 (mais complexa), fosse menor com relação à ISO9001.

Tabela 2.6 – Empresas em processo de certificação ou certificadas em 2005.

Norma	Em processo	%	Certificações	%
AVSQ	0	0,0	3	0,4
BS8800/OHSAS18001	8	5,4	18	2,7
EAQF	0	0,0	8	1,2
ISO14001	50	33,8	141	21,0
ISO 9001:2000	25	16,9	176	26,2
ISO TS 16949:2002	59	39,9	244	36,3
QS 9000	2	1,4	71	10,6
SA 8000	1	0,7	4	0,6
VDA 6.1	3	2,0	7	1,0
TOTAL	**148**	**100,0**	**672**	**100,0**

Fonte: SINDIPEÇAS (2006).
OBS.: número de empresas, não número de membros.

- mesmo com recursos escassos, as certificações ISO9001 ou QS9000 foram obtidas, mas a maior complexidade da QS9000 e o maior apoio da direção mobilizou um maior número de pessoas que em relação à ISO9001.
- a conscientização dos funcionários, promovida pela Direção das empresas, motivou o envolvimento de todos. Treinamentos assumiram várias formas, e foi maior a quantidade de treinamentos para a norma mais complexa (QS9000).
- o uso de consultoria externa foi comum, em especial nas pequenas empresas, porém nos casos em que havia mais maturidade da equipe, como nas empresas médias, este uso foi reduzido ou substituído por treinamentos

externos ou autodidáticos. Problemas na relação dos consultores com a empresa também foram comuns, envolvendo conhecimento técnico, metodologia e habilidade de lidar com pessoas.

- em todos os casos houve uma tendência de melhoria contínua com as certificações, mas onde os índices de refugo e retrabalho já eram muito baixos, a dificuldade de diminuí-los aumentou consideravelmente. Foram sentidos benefícios resultantes de padronização e prevenção de defeitos, além da manutenção de clientes e conquista de novos, incluindo exportação.

Bido (1999) também revela que nem sempre as empresas de autopeças conseguiram implantar seus programas da qualidade de forma suave, o que provoca nos profissionais do ramo precaução contra a implantação de outros programas.

Outro fato importante é que há anos as montadoras vem aplicando e requerendo de seus fornecedores a adoção de elementos do TQM, tal como o CEP, 5S's, ferramentas estatísticas básicas, Custos da Qualidade, DOE entre outras (Munro, 2000). Também elementos da manufatura enxuta (células, kanban, JIT) vem sendo exigidos dos fornecedores. As normas de Sistema de Gestão da Qualidade originadas das montadoras (QS9000, EAQF, AVSQ, VDA6.1 e em especial a ISO/TS16949:2002, que sucedeu a estas) reforçaram estes requisitos e acrescentaram outros. Conforme Munro (2000), a QS9000 (hoje substituída pela ISO/TS16949:2002) e o Seis Sigma apresentam diversas similaridades, pois utilizam diversas ferramentas em comum, ambas requerem o comprometimento e envolvimento da Alta Direção e o envolvimento de todos com a melhoria da qualidade, e ambas incentivam a obtenção do retroalimentação dos clientes. O autor também apresenta um paralelo entre o DMAIC e os requisitos da QS9000.

Quanto às diferenças, o autor coloca que a QS9000 tem mais uma visão de programa e o Seis Sigma mais uma visão de projeto, o Seis Sigma deposita mais confiança no pessoal selecionado fora dos quadros da Qualidade, utiliza as ferramentas da qualidade com mais intensidade e tem maior grau de coordenação e responsabilidades atribuídas às pessoas. O autor chama a atenção para as diferenças no cálculo de capabilidade: no Seis Sigma o Cpk é calculado com o uso da derivação de 1,5 sigmas, e o termos capabilidade (*long-term capability*) e capabilidade inicial (*short-term capability*) tem interpretação diferente. Para o autor, o que no Minitab é chamado de *short-term,* na indústria automotiva é chamado de

long-term (Cp, Cpk). A indústria automotiva chama de *short-term* a capabilidade inicial do processo, usualmente aplicada a protótipos (Pp,Ppk).

Também conforme o autor, o DPMO, medida chave no Seis Sigma, foi abandonado pelas montadoras por ter gerado questões legais nos anos 70 e 80, onde o termo "defeitos" foi associado por advogados a problemas que teriam a possibilidade de causar ferimentos ou morte aos clientes.

Munro (2000) argumenta que empresas do ramo automotivo como Ford, Johnson Controls, Lear Corp, Honeywell já começaram a usar a metodologia Seis Sigma, mas coloca que o pessoal do ramo automotivo deve estar atento ao seguinte:

- novas siglas e acrônimos, onde já existem vários;
- reconhecer e aproveitar todo o treinamento e experiência no uso de técnicas estatísticas para melhoria de produtos e processos existente nas empresas;
- evitar que o Seis Sigma se torne apenas um modismo neste ramo.

Para o autor, as diversas similaridades existentes entre o Seis Sigma e a atual cultura de qualidade automotiva tornaram fácil a adoção do Seis Sigma pelas montadoras e autopeças, e o potencial do Seis Sigma nesta indústria é grande, pois alinharia a preocupação com planejamento da qualidade e resolução de problemas no nível horizontal da organização para a qualidade, trazido pela QS9000 (ISO/TS16949:2002), com uma nova metodologia vertical baseada em projetos, trazida pelo Seis Sigma, desde que as especificidades do setor sejam respeitadas.

2.6 Principais conclusões obtidas da pesquisa bibliográfica

As MPMEs brasileiras têm características que afetam sua competitividade:

- a Direção (o empresário) tende a ser centralizador de decisão ((GONÇALVES e KOPROWSKI, 1995), (LASTRES; CASSIOLATO e MACIEL, 2003) e (TÁLAMO, 2001)) e evita reinvestir na empresa ((GONÇALVES e KOPROWSKI, 1995), (LASTRES; CASSIOLATO e MACIEL, 2003) e (RATTNER, 1985)), podendo inclusive transferir recursos da empresa para outros negócios particulares ((GONÇALVES e KOPROWSKI, 1995) e (RATTNER, 1985)) ou mesmo preferir trabalhar na

informalidade para não pagar impostos (GONÇALVES; KOPROWSKI (1995) e RATTNER (1985));

- normalmente não há um planejamento estratégico de longo prazo, e as decisões e os investimentos são feitos apenas visando o curto prazo ((GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995), (LASTRES; CASSIOLATO; MACIEL, 2003) e (TÁLAMO, 2001)), o que dificulta o investimento e a manutenção de programas com retorno a médio/longo prazo;
- grande parte tem administração familiar não profissional ((GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995), (TÁLAMO, 2001) e (RATTNER, 1985)), o que interferem na qualidade das decisões;
- são poucos os níveis hierárquicos e há pouca divisão do trabalho ((GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995), (LASTRES; CASSIOLATO; MACIEL, 2003) e (TÁLAMO, 2001)), o que se de um lado diminui a perspectiva de carreira na empresa, por outro as torna ágeis no processo decisório e permite aos empregados ter boa visão dos processos, produtos e do mercado;
- estas empresas têm maior possibilidade de existir em nichos de mercado (GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995), subordinadas a grandes clientes ((GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995), (RATTNER, 1985) e (TÁLAMO, 2001)) ou quando organizadas em rede (LASTRES; CASSIOLATO; MACIEL, 2003);
- em geral é pequeno o investimento em tecnologia e inovação ((GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995), (RATTNER, 1985) e (TÁLAMO, 2001)), inclusive o acesso à tecnologia via Universidades é restrito (GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995);
- a qualificação do pessoal é baixa (LASTRES; CASSIOLATO; MACIEL, 2003), e pouco investimento é feito em treinamento formal ((GONÇALVES; KOPROWSKI, 1995) e (TÁLAMO, 2001)).

Embora existente ((BIDO, 1999) e (TÁLAMO, 2001)) a resistência à mudança tende a ser menor nas MPMEs devido ao menor número de níveis gerencias e de departamentos existentes.

As MPMEs brasileiras de autopeças, em particular, enfrentam hoje uma concorrência muito forte de grandes empresas, principalmente multinacionais, e muitas foram adquiridas ou fecharam, e outras estão restritas ao mercado de reposição ou fornecem apenas a outras autopeças, onde os ganhos são menores ((ARBIX; ZILBOVICIUS, 1997), (RATTNER, 1985) e (SINDIPEÇAS, 2006)).

O Seis Sigma atualmente é pouco utilizado pelas MPMEs ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005) e (KURATKO; GOODALE; HORNSBY, 2001)), mas pode se tornar uma alternativa para as MPMEs brasileiras de autopeças melhorarem sua competitividade. Para tanto, os seguintes fatos devem ser levados em conta:

- o Seis Sigma não foi originalmente projetado para as MPMEs (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005). Tendo começado em grandes empresas, ele foi inicialmente baseado no desdobramento em vários níveis e funções, como uma solução para um problema particular destas, que é operar mudanças em grandes e complexas estruturas, onde a inércia e resistência à mudança são muito influentes (KASAHARA; CARVALHO, 2003). Também a maior divisão do trabalho destas organizações gera problemas particulares que demandam o uso de metodologias específicas de análise e solução de problemas. Assim, estas empresas devotaram substancial soma de recursos (tempo e dinheiro) e conseguiram grandes resultados.
- em oposição, as MPMEs são relativamente enxutas, flexíveis, focadas em resultados e com menor resistência à mudança. Também o fato dessas empresas normalmente atuarem em nichos de mercado ou subordinadas a grandes clientes as fazem mais próximas das reais necessidades destes.

Em que pesem as dúvidas trazidas pelos fatos acima, os diversos autores defendem que as MPMEs, ao aplicarem o Seis Sigma, se beneficiam não só do aumento da lucratividade via redução de custos ou aumento de vendas, mas também dos benefícios intangíveis como melhor qualificação do pessoal para lidar com problemas complexos (tomada de decisão, solução de problemas em equipe etc.) e melhoria do trabalho (GEORGE; ROWLANDS; KASTLE, 2004). Os resultados da aplicação do Seis Sigma às MPMEs podem ser proporcionais (SPANYI; WURTZEL, 2003), ou até melhores e mais rápidos (BURTON, 2004), se comparados com os das grandes empresas. Falar-se em metas ambiciosas para MPMEs significa estabelecer-se metas agressivas, porém factíveis dentro das dimensões do negócio e do mercado. A meta Seis Sigma é sempre de longo prazo e mesmo uma melhoria de 3 para 4 sigmas pode provocar resultados excepcionais ((HARRY, 2000b) e (SPANYI; WURTZEL, 2003)).

Além disso, o Seis Sigma não traz em si nenhuma restrição explícita ao porte da empresa, pois não trata de volume de faturamento ou número de empregados, mas

sim de delinear os objetivos críticos de negócio da empresa e de elaborar projetos de melhoria de alto impacto para atingir aqueles objetivos.

Para que o Seis Sigma possa ser aplicado pelas MPMEs é necessário que a metodologia tradicional seja adaptada, para tornar o Seis Sigma "sustentável" (BASU, 2004).

Certos fatores podem ser considerados como necessários ao sucesso do Seis Sigma em grandes empresas:

a) compromisso e participação da Direção, que deve liderar e apoiar visivelmente o Seis Sigma ((ANTONY; BANUELAS, 2002) e WERKEMA (2002));
b) compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas do Seis Sigma (ANTONY; BANUELAS, 2002);
c) ligar o Seis Sigma à estratégia de negócios – conhecer os principais clientes e processos para aplicar corretamente os recursos dentro de um planejamento estratégico (ANTONY; BANUELAS, 2002);
d) foco no cliente - conhecer claramente os requisitos e CTQs dos clientes e priorizar os projetos para estes (ANTONY; BANUELAS, 2002);
e) o trabalho dos BB no planejamento e condução dos projetos, considerados a "espinha dorsal" dos programas Seis Sigma de sucesso por HOERL (2001);
f) bom gerenciamento dos projetos, incluindo métricas do sucesso destes ((PYZDEK, 2003), (SANTOS; MARTINS, 2003); (BREYFOGLE, 1999) e (HARRY, 2000, 2000f)).

Sabendo-se que o Seis Sigma originou-se a partir do TQM ((HOERL, 2004), (WESSEL; BURCHER, 2004) e (YANG, 2004)), e que também incorporou conceitos e técnicas da manufatura enxuta e da reengenharia (ROTONDARO, 2002), pode-se supor que as empresas que já adotam o TQM, *lean* ou reengenharia teriam mais facilidades na implantação do Seis Sigma. As principais diferenças entre o TQM e o Seis Sigma são que o Seis Sigma tem maior alinhamento à estratégia da empresa, baseia-se em projetos de melhoria, tem métricas próprias e envolve um grupo menor de pessoas, que utiliza mais intensamente técnicas estatísticas.

Como a ISO9001:2000 baseia-se em princípios e conceitos do TQM e da reengenharia, torna-se possível achar nela semelhança com o Seis Sigma. A ISO/TS16949:2002, além de conter todos os requisitos da ISO9001:2000, também requer o uso intenso de ferramentas estatísticas, a adoção de princípios da manufatura enxuta e outros conceitos que o fazem ainda mais semelhante ao Seis

Sigma. É possível supor então que a preexistência de um sistema de gestão implantado (principalmente a ISO/TS16949:2002) seria um fator que, se bem aproveitado, facilitaria a adoção do Seis Sigma nas empresas (MUNRO, 2000). Pelo fato das MPMEs brasileiras de autopeças já serem, na maior parte, certificadas (SINDIPEÇAS, 2006), principalmente conforme a ISO/TS16949:2002, é de se esperar que estas tenham maior facilidade na adoção do Seis Sigma.

A integração entre a manufatura enxuta e o Seis Sigma deu origem ao *Lean* Seis Sigma ((GEORGE, 2004) e (GEORGE; ROWLANDS; KASTLE, 2004)), e esta integração deve aumentar (HOERL, 2004). A manufatura enxuta tornou-se o padrão de relacionamento entre montadoras e autopeças (LIMA; ZAWISLAK, 2003).

Dado que as MPMEs brasileiras de autopeças em geral não desenvolvem produtos, o DFSS deve despertar menor interesse nestas empresas.

Os fatores considerados necessários ao sucesso do Seis Sigma em MPMEs pelos diversos autores são:

1) compromisso e participação da Direção ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005), (BURTON, 2004), (PYZDEK, 2005), (SPANYI; WURTZEL, 2003) e (THOMAS, 2006));
2) foco no cliente ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005), (BURTON, 2004), (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005), (SPANYI; WURTZEL, 2003) e (WESSEL e BURCHER, 2004));
3) ligar o Seis Sigma à estratégia de negócios ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005), (BURTON, 2004) e (SPANYI; WURTZEL, 2003));
4) bom gerenciamento dos projetos ((BURTON, 2004), (SPANYI; WURTZEL, 2003) e (WESSEL; BURCHER, 2004)).

O nível de compromisso e liderança que a Alta Direção deve ter para o sucesso do Seis Sigma é o mesmo, tanto em grandes como em MPME, sem o qual qualquer investimento torna-se inócuo. O empresário deve encarar o programa como investimento e não como custo, e deve estar interessado em formar quadros de profissionais competentes para tratar de problemas relativamente complexos. O problema é que as lideranças das MPMEs são muito focadas em problemas do dia-a-dia, podendo ser míopes para problemas mais estratégicos. O empresário deve estar consciente da necessidade de manter o programa no longo prazo para dele tirar os maiores benefícios. Isso equivale a ter objetivos de longo prazo, metas ambiciosas e gerenciar sobre indicadores de desempenho, o que pode ser difícil

para empresas acostumadas a serem gerenciadas conforme a "intuição" do dono e com metas de curto prazo apenas. Estes requisitos não deveriam ser estranhos às MPME de autopeças, pois definição de objetivos e indicadores e mensuração de desempenho de processos com vistas a ações de melhoria são requisitos comuns às normas ISO9001:2000 e ISO/TS16949:2002.

Trabalhar com projetos também pode significar uma novidade para MPME´s. Aquelas poucas que desenvolvem projetos de produto e de processo, por exigência das normas ISO9001:2000 e ISO/TS16949:2002, deveriam possuir procedimentos e treinamento de seu pessoal técnico para gerir projetos, e poderiam utilizar esta capacidade para gerir os projetos Seis Sigma. Deve-se levar em conta que o processo de tomada de decisão em uma MPME é mais simples e rápido porque as lideranças estão muito mais próximas e acessíveis, e a verificação quanto aos resultados financeiros dos projetos é mais simples do que em grandes empresas, não necessitando de complexos sistemas de apuração de resultados.

Sugestões que poderiam facilitar a implantação do Seis Sigma em MPMEs:

- o respeito à cultura da qualidade já existente ((MUNRO, 2000) e (THOMAS, 2006)). A existência de uma cultura da qualidade já implantada é um fator facilitador para a implantação do Seis Sigma em MPMEs (BRISCOE; FAWCETT; TODD, 2005). Uma possibilidade é utilizar a base do sistema de gestão existente para o Seis Sigma ((PYZDEK, 2005) e (WESSEL; BURCHER, 2004));
- recompensar e reconhecer desempenhos ((SPANYI; WURTZEL, 2003) e (WESSEL; BURCHER, 2004));
- utilizar apoio governamental e de Universidades (SCHOOF; PATERNO, 1996);
- uso de consultores de acordo com as necessidades da empresa (WESSEL; BURCHER, 2004).

Fatores que podem ser considerados como inibidores do sucesso da implementação do Seis Sigma em MPMEs são:

- falta de conhecimento da metodologia ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005) e (BURTON, 2004));
- recursos insuficientes ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005) e (BURTON, 2004));
- resistência interna ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005) e (PYZDEK, 2005));
- acreditar que o SGQ é suficiente (ANTONY; KUMAR; MADU, 2005);
- a empresa só atuar quando for requerido pelo cliente (ANTONY; KUMAR; MADU, 2005);

- a Direção da empresa não perceber os benefícios (ANTONY; KUMAR; MADU, 2005);

Porém, o principal fator inibidor apontado pelos autores é o custo excessivo da seleção e preparação da equipe. A ênfase que o Seis Sigma tradicional coloca sobre o treinamento intensivo parece não se ajustar bem às possibilidades das MPMEs, nem podem estas empresas esperar seis ou mais meses para formar um *Black Belt*. Além disso, nas MPMEs as pessoas costumam desempenhar múltiplas funções, o que dificulta a liberação delas para treinamentos formais e participação em grupos de melhoria. Mais ainda, existe a possibilidade de, por falta de plano de carreira, uma pessoa mais qualificada após treinamento deixar a empresa para trabalhar em outra. As sugestões colhidas para reduzir estes custos foram:

- realizar o treinamento fechado particularizado para a empresa, com exemplos de sua realidade ((BURTON, 2004), (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005) e (WESSEL; BURCHER, 2004));
- mesclar adequadamente treinamentos abertos (realizados em entidades) ou fechados (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005);
- ensino à distância (uso de internet e vídeo) ((HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005));
- investir apenas naqueles que tenham interesses e vínculos de longo prazo com a empresa (ex.: parentes ou gerentes *seniors*).

Treinamentos abertos poderiam ser patrocinados por instituições interessadas na melhoria de competitividade destas empresas (SINDIPEÇAS, SEBRAE, universidades etc.). Treinamentos fechados dependem da contratação de um consultor, e podem ser mais viáveis quando:

- várias pessoas da empresa puderem ser treinadas simultaneamente;
- o tempo de treinamento puder ser reduzido, por exemplo, substituindo o ensino de metodologias genéricas de solução de problemas pelo ensino das ferramentas à medida que elas forem sendo necessárias à aplicação prática na empresa. Os treinamentos devem focar as ferramentas certas para as oportunidades certas, e nem todos os problemas requerem uso de técnicas estatísticas complexas;
- o benefício ultrapassar o custo: os exemplos dados em curso podem ser ajustados para torná-los o mais próximo possível da realidade da empresa, facilitando a implementação futura.

Ainda neste sentido, a sugestão mais polêmica, porém muito, é a que lida com a progressão de treinamentos. Alguns autores ((PYZDEK, 2006), (THOMAS, 2006) e (WESSEL; BURCHER, 2004)) preferem reduzir o número, mas manter os BB e GB como figuras indispensáveis do Seis Sigma. Outros autores ((ANTONY; KUMAR; MADU, 2005), (BURTON, 2004) e (HARRY; CRAWFORD, 2004, 2005)) defendem a utilização de WBs e YBs. Inicialmente, um maior número de pessoas são formadas WB e, conforme a necessidade e aptidão, alguns podem progredir e se transformar em YB, GB até BB, se possível e necessário, à medida que as necessidades surgirem e se os resultados justificarem. Já existem empresas que se utilizam de YBs (KURATKO; GOODALE; HORNSBY, 2001). O risco dessa estratégia é o retorno mais lento do investimento.

Outra estratégia possível é utilizar consultores em tempo parcial no lugar dos BB em tempo integral. Esta estratégia se justifica pela constatação de que a maior parte dos trabalhos não é realizada pelos BBs, e sim pelos GBs (ou WBs ou YBs), de custo menor. Além disso, em um ambiente onde todos já desempenham múltiplas funções e o custo de mais uma mão-de-obra indireta qualificada pode ser proporcionalmente relevante para o negócio, manter um empregado como BB em tempo integral para melhorias pode não ser a melhor solução.

Caso uma empresa opte por utilizar consultores, mas não possa arcar com o custo, ela poderia se associar a outras empresas, sob a coordenação de uma instituição interessada (SEBRAE, SINDIPEÇAS, Universidades etc.). Esta opção permite também o compartilhamento de experiências e dificuldades entre estas empresas.

Além do treinamento, importante também é estabelecerem-se recursos para resolução dos problemas levantados. Pode-se argumentar, independente do porte da empresa, que se há recursos para bancar desperdícios e retrabalhos, haverá também recursos para solucionar os problemas que os causam.

A partir da experiência de implantação de SGQs em MPMEs de autopeças brasileiras (BIDO, 1999), pode-se depreender que a pressão dos clientes e o apoio gerencial fazem diferença; o porte da empresa e a escassez de recursos não são empecilhos para a implementação de programas da qualidade; os treinamentos assumem formas variadas; a consultoria é mais presente nas pequenas que nas médias empresas, e pode haver conflitos entre consultores e empresa.

Estas conclusões são avaliadas na parte prática da pesquisa.

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução

Neste capítulo são enumerados os fatores que a pesquisa bibliográfica indica serem os mais influentes na decisão de implementação do Seis Sigma pelas MPMEs brasileiras de autopeças e, com base nestes, as hipóteses a serem testadas. Para testar as hipóteses foi realizado um *survey* baseado em um questionário e aqui são apresentadas as justificativas da escolha do método de pesquisa, o projeto do *survey*, as delimitações da pesquisa e as questões que fazem parte do questionário. Dado que as respostas ao questionário foram voluntárias, considerou-se este um estudo exploratório.

3.2 Escolha dos fatores, referencial conceitual e proposição de hipóteses

Da análise do resumo da pesquisa bibliográfica, identificam-se os fatores abaixo como sendo os de maior influência na decisão de implantação do Seis Sigma pelas MPMEs brasileiras de autopeças, formando um referencial conceitual:

1 - Conscientização da Direção da empresa (ou do empresário) - quanto maior a conscientização da Direção sobre a metodologia Seis Sigma, seus benefícios e requisitos, tanto maior a chance desta ser implantada. Também depende desta conscientização os objetivos e metas traçados e a sustentação do programa no médio/longo prazo. O fator conscientização da Direção está ligado ao tipo de administração (familiar ou não), ao grau de foco no cliente; ao planejamento estratégico; à recompensa por resultados alcançados; ao uso ou não de ajuda externa e a só atuar quando exigido pelo cliente.

2 - Competência preexistente na condução de projetos – o correto gerenciamento dos projetos é determinante para o sucesso do programa, e envolve competência para condução e avaliação de cada projeto.

3 - Volume de recursos (tempo e dinheiro) disponíveis da MPME comparada com a grande empresa – este fator relaciona-se com o menor investimento em tecnologia e inovação e em treinamento formal, que torna menos interessante o DFSS, e também o próprio tamanho da empresa, que determina seu mercado e a menor divisão do trabalho e conseqüente menor especialização e estrutura horizontal da empresa. Cabem aqui várias sugestões para economia e melhor utilização dos recursos.

4 - Preexistência de uma cultura da qualidade – a existência e utilização de uma base anterior, como um sistema de gestão, em especial a ISO/TS16949:2002, ou elementos do TQM (ferramentas estatísticas e da qualidade) ou da Manufatura Enxuta é um elemento a princípio facilitador da implantação do Seis Sigma em MPMEs brasileiras de autopeças, em especial do *Lean* Seis Sigma. Esta preexistência também pode criar uma resistência interna à implantação do Seis Sigma.

Os fatores, sua relação com o tema e as soluções apontadas pela literatura são resumidas na tabela 3.1.

Os fatores selecionados possibilitaram a construção de um referencial conceitual da pesquisa (Fig. 3.1), que permite definir as hipóteses a serem testadas (RUDIO, 2004).

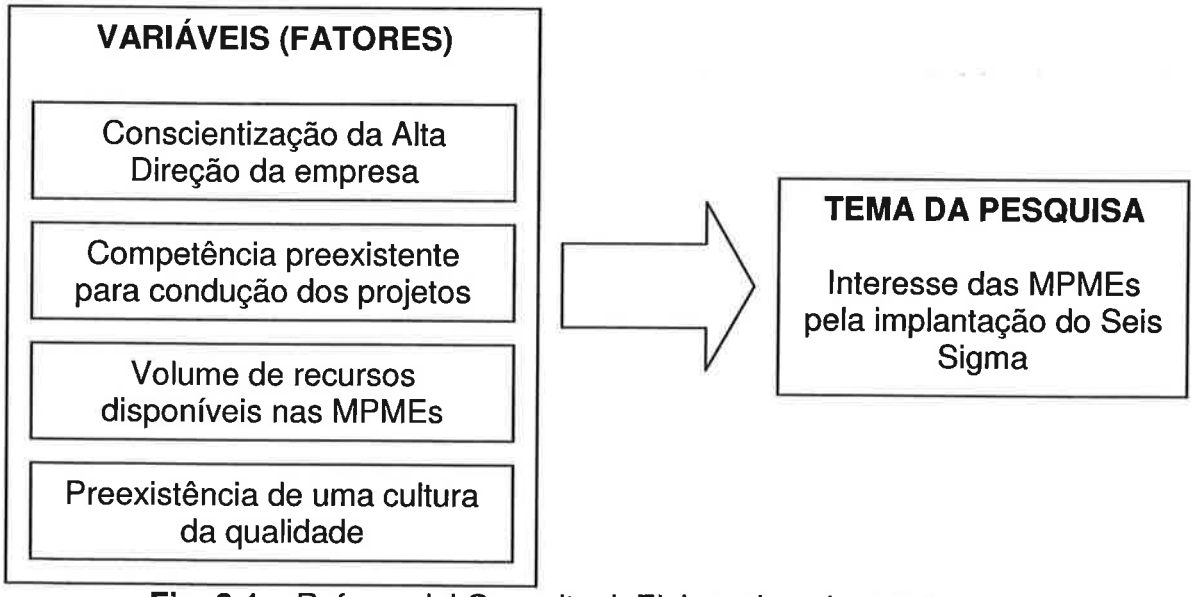

Fig. 3.1 – Referencial Conceitual. Elaborado pelo autor.

Tabela 3.1 – Fatores de influência, relação com o tema e soluções apontadas pela literatura.

FATOR	RELAÇÃO	SOLUÇÕES APONTADAS PELA LITERATURA
Conscientização da Alta Direção	Maior a conscientização, mais facilitador	▪ conscientizar a Direção sobre os benefícios possíveis e nível de compromisso exigido.
Competência preexistente na condução dos projetos	Maior a competência, mais facilitador	▪ conscientização os gestores sobre a metodologia ▪ formação da equipe Seis Sigma ▪ utilizar a base do Sistema de Gestão
Volume de recursos disponíveis nas MPMEs	Maior o volume de recursos, mais facilitador	▪ treinar pessoas com vínculos de longo prazo na empresa; ▪ investir progressivamente em WBs, que passam a YBs, GBs e BBs conforme a necessidade e retorno gerado; ▪ usar consultores *part time* em lugar de formar *Black Belts*; ▪ mesclar adequadamente treinamentos abertos e fechados; ▪ treinamentos à distância (internet/vídeo); ▪ treinamentos ajustados à necessidade do momento e realidade da empresa; ▪ procurar apoio de universidades e entidades interessadas; ▪ fazer parte de um grupo de empresas que compartilham serviços de consultoria; ▪ não investir em DFSS, a princípio.
Preexistência de uma cultura da qualidade	Mais voltada para a qualidade, mais facilitador	▪ aproveitar estrutura e conhecimento existentes e mesclar com o Seis Sigma; ▪ conscientização dos envolvidos sobre as diferenças do Seis Sigma com outras metodologias; ▪ investir em Manufatura Enxuta a princípio.

Elaborado pelo autor.

A partir do referencial teórico, foram formuladas as seguintes hipóteses:

a) **o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da conscientização da Direção destas;**
b) **o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da competência preexistente na empresa em condução de projetos;**
c) **o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende de uma flexibilização da forma como ele é implantado**

para ajustar os investimentos necessários às possibilidades e necessidades destas empresas;

d) o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da preexistência de uma cultura da qualidade (sistemas de gestão da qualidade, elementos do TQM, Manufatura Enxuta etc.) na empresa.

3.3 Critérios de delimitação da pesquisa

Para atender ao critério adotado de empresa pertencente ao ramo de autopeças, buscou-se, primeiramente, que a empresa fosse filiada ao SINDIPEÇAS ou reconhecida publicamente como fabricante de autopeças. Este critério também foi verificado através de pergunta específica do questionário.

O critério de ser a empresa uma MPME envolveu uma pesquisa dos critérios mais comumente usados.

O Estatuto da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte de 1999, Lei n.º 9.841/99, com fundamento nos artigos 170 e 179 da Constituição Federal, regulamentada pelo Decreto nº 3.474/00, estabelece que o critério adotado para conceituar micro e pequena empresa é a receita bruta anual, cujos valores foram atualizados pelo Decreto nº 5.028/2004, de 31 de março de 2004, que corrigiu os limites originalmente estabelecidos (R$ 244.000,00 e R$ 1.200.000,00, respectivamente). Os limites atuais são os seguintes:

- **Microempresa**: receita bruta anual igual ou inferior a R$ 433.755,14;
- **Empresa de Pequeno Porte**: receita bruta anual superior a R$ 433.755,14 e igual ou inferior a R$ 2.133.222,00.

Importante ressaltar que o regime simplificado de tributação SIMPLES, que é uma lei de cunho estritamente tributário, adota um critério diferente para enquadrar a pequena empresa. Os limites (conforme disposto na Medida Provisória 275/05) são:

- Microempresa: receita bruta anual igual ou inferior a R$ 240.000,00;
- Empresa de Pequeno Porte: receita bruta anual superior a R$ 240.000,00 e igual ou inferior a R$ 2.400.000,00.

Já os estados têm uma gama variada de regulamentos para os pequenos negócios, com uma grande heterogeneidade de conceitos, definidos de acordo com a sua situação econômica e fiscal própria. Os maiores limites de enquadramento são definidos por SP, RS, PR e BA, que adotaram R$ 2.400.000,00 de receita bruta anual. Os municípios carecem de leis nesse sentido, sendo muito poucos aqueles que contemplam o segmento das MPMEs com legislações próprias de fomento.
Outra fonte consultada, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2002), estabelece para enquadramento em condições de financiamento:

- Microempresas: receita operacional bruta anual ou anualizada inferior ou igual a R$ 1.200 mil (um milhão e duzentos mil Reais);
- Pequenas Empresas: receita operacional bruta anual ou anualizada superior a R$ 1.200 mil (um milhão e duzentos mil Reais) e inferior ou igual a R$ 10.500 mil (dez milhões e quinhentos mil Reais);
- Médias Empresas: receita operacional bruta anual ou anualizada superior a R$ 10.500 mil (dez milhões e quinhentos mil Reais) e inferior ou igual a R$ 60 milhões (sessenta milhões de Reais);
- Grandes Empresas: receita operacional bruta anual ou anualizada superior a R$ 60 milhões (sessenta milhões de Reais).

Outros critérios, tais como capital e natureza da propriedade também poderiam ser usados para definir o porte das empresas. Estes critérios visam evitar distorções, tais como classificar como pequena uma grande empresa em faturamento, nas quais os processos são quase que totalmente automatizados.
Em que pesem as definições acima, optou-se por utilizar para definir o porte das empresas o critério de número de empregados, dado que:
- a legislação não define "média empresa";
- órgãos e legislações diferentes adotam valores diferentes;
- trata-se de empresas de um mesmo segmento (autopeças) e, portanto, eventuais distorções são menos prováveis;
- entidades como o SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (SEBRAE,2004) e autores como Gonçalves e Koprowski (1995) utilizam este critério.

A Tabela 3.2 mostra o porte de empresas industriais em função do número de empregados conforme o critério acima:

Tabela 3.2 – Classificação das empresas segundo o número de empregados.

CATEGORIA	NÚMERO DE EMPREGADOS (ATÉ)
MICRO	1 a 19
PEQUENA	20 a 99
MÉDIA	100 a 499
GRANDE	Acima de 500

Fonte: SEBRAE (2004) e GONÇALVES e KOPROWSKI (1995).

Neste trabalho iguala-se a micro à pequena empresa. Uma justificativa para isso é a pequena porcentagem de empresas no segmento estudado, classificadas como micro empresas (conforme dados do SINDIPEÇAS (2006), apenas 6,1% das autopeças possuem menos de 30 empregados, o que faz concluir que o número de empresas com menos de 20 funcionários é bem pequeno, pouco influenciando nas conclusões a serem obtidas, não justificando portanto o tratamento diferenciado).

3.4 Escolha do método de pesquisa

Para testar as hipóteses formuladas foi necessária a escolha de um método de pesquisa. Esta escolha levou em consideração os objetivos da pesquisa (ver 1.2) e as delimitações da pesquisa (ver 3.3), e baseou-se nas seguintes características, enumeradas por Gil (1987):

Finalidade: a pesquisa deveria ser descritiva, ou seja, seu resultado deveria descrever as características da população em estudo (empresas), e permitir estabelecer relações entre as variáveis de estudo. Não seria objeto da pesquisa a explicação do porque destas características e relações.

Abordagem: a pesquisa seria qualitativa, pois se basearia em opiniões e interpretações dos participantes, porém estas opiniões e interpretação deveriam ser quantificadas, utilizando estatística, para se avaliar as hipóteses formuladas.

Método: as hipóteses foram formuladas a partir de pesquisa bibliográfica, e suas validações dependeriam do levantamento de dados junto às empresas alvo. Dado o custo e virtual impossibilidade de conseguir a participação de todas as empresas da população, e mesmo da utilização de amostragem estatística, pois as respostas somente poderiam ser voluntárias, decidiu-se pela caracterização do estudo como exploratório. Em virtude desta limitação, não se poderá estender os resultados a toda a população.

Técnicas de coleta de dados: com vistas a conseguir respostas parametrizadas, que permitam o tratamento estatístico e a eliminação da interação que o pesquisador poderia introduzir caso tivesse contato direto com o pesquisado ou estes entre si, idealizou-se um questionário administrativo padronizado, que seria enviado a cada empresa para ser respondido de forma isolada. Como desvantagem previu-se alguma perda de informação de caráter perceptivo.

Com base nos parâmetros acima, estabeleceu-se que a pesquisa tomaria a forma de um levantamento (*survey*), sendo o questionário enviado a todas as empresas da população. A população foi definida após pesquisa preliminar nos sítios das empresas na internet das 490 empresas constantes do cadastro do SINDIPEÇAS (SINDIPEÇAS, 2006).

3.5 Projeto da pesquisa *survey*

O projeto do *survey* envolveu a definição de como o questionário seria elaborado, submetido, administrado e seus dados compilados para gerar as conclusões desejadas. O projeto foi composto dos seguintes passos:

1 - As questões que fariam parte do questionário foram elaboradas seguindo uma lógica que permitisse testar a validade das hipóteses formuladas.

2 - Foi realizada uma triagem sobre os sítios na internet das empresas pertencentes ao cadastro do SINDIPEÇAS (490 empresas), para eliminar aquelas empresas declaradamente grandes e/ou multinacionais, e foram acrescentadas outras que

sabidamente atendem ao critério de MPMEs brasileiras de autopeças, resultando em uma população a ser pesquisada de 249 empresas (50,8%).

3 - Decidiu-se pelo envio dos questionários por internet para agilizar o processo de coleta de dados e reduzir os custos envolvidos. Quando necessário, contatos telefônicos seriam utilizados para aumentar a taxa de retorno ou dirimir dúvidas.

4 - O questionário foi transformado em ferramenta de pesquisa, na forma de página na internet e formulário a serem enviados por correio eletrônico.

5 - Foi realizado um pré-teste do questionário para validá-lo como ferramenta de pesquisa. Este procedimento possibilitou descobrir eventuais erros e termos não compreensíveis, os quais foram corrigidos. O teste foi realizado com duas empresas.

6 - A pesquisa seguiu com o contato telefônico com cada empresa para solicitar permissão para envio do questionário e colaboração com o seu preenchimento. Neste contato três empresas se negaram a colaborar, uma alegando que por princípio não preenche questionários de pesquisa, outra alegou graves problemas financeiros que a impossibilitavam participar de qualquer iniciativa diferente daquelas que já estavam tomando para sobrevivência, e a terceira alegou falta de interesse em participar da pesquisa. Com outras 5 empresas não foi possível contato por telefone (endereço desatualizado ou empresa inativa). Também neste contato telefônico ficou evidente que outras quatro empresas também eram de grande porte ou multinacionais e a estas o questionário não foi enviado. Restaram assim 237 empresas (48,4% da base inicial) para as quais o questionário foi enviado. Eventualmente, foi necessário reenviar questionários, procedimento que se revelou especialmente útil. Em seguida ao envio do questionário, iniciou-se um trabalho de convencimento à devolução das respostas, realizado por telefone, que estimulou grandemente o número de respostas, além de descobrir erros nos endereços de correio eletrônico e outras alterações que impediam os respondentes de ter acesso ao questionário.

7 - Realizou-se a compilação dos dados, com análise e interpretação das respostas.

8 - Foram descritas as conclusões obtidas e resultados finais.

9 - Com a redação final e formatação da dissertação finalizou-se a elaboração do trabalho.

Segundo Fink e Kosecoff (1998), a confiabilidade de um *survey* é medida pela taxa de resposta deste. A taxa de resposta de um *survey* é definida como o número de questionários respondidos pelo número de questionários que foram submetidos. A taxa de resposta dependerá em parte do interesse das pessoas em responder à pesquisa, além de outros fatores (pessoas ausentes, endereços errados etc.). Como forma de estimular as pessoas a responderem à pesquisa, decidiu-se ofertar a elas o resultado compilado do *survey*. Com o mesmo intuito foi decidido oferecer duas formas de resposta:

- uma página na internet contendo as questões e um programa de computador que coleta as respostas em um banco de dados;
- um formulário enviado como anexo a um correio eletrônico para ser respondido manuscrito e devolvido por correio, ou preenchido no computador e enviado por correio eletrônico.

Outras precauções que se procurou adotar para obter uma taxa de resposta aceitável foram:

1 - O envio de um correio eletrônico aos respondentes junto com o link para responder ao questionário na internet, explicando seus propósitos, quem deverá respondê-lo e da importância da resposta.
2 - No correio eletrônico enviado colocou-se um número de telefone e um endereço de correio eletrônico para responder a dúvidas e para solicitar o questionário a ser respondido e devolvido por correio eletrônico para aqueles que o preferissem ao *link* na internet.
3 - A colocação, na página da internet e no formulário enviado por correio eletrônico, de instruções básicas para preenchimento do questionário.
4 - Colocar as questões em uma ordem lógica que facilitasse o preenchimento.
5 - Manter o questionário curto;
6 - Criar uma estética na página da internet e no formulário que não desestimulasse a resposta;
7 - Manter os procedimentos envolvidos com o questionário simples.

Também conforme Fink e Kosecoff (1998), o *survey* para ser válido precisa ser respondido corretamente. Neste sentido, concorreram as instruções para preenchimento do questionário e também a página na internet oferece uma vantagem adicional de "consistência", ou seja, respostas erradas são em parte evitadas.

A análise dos dados envolveria estatística descritiva (contagens, proporções, médias e desvios) e associações entre variáveis, visando determinar os fatores de influência e confirmar a hipótese.

O relato dos resultados deveria ser de forma adequada (poderiam ser usadas tabelas, gráficos, diagramas ou figuras e também textos escritos).

3.6 Questões da pesquisa

O questionário foi idealizado sob a seguinte estrutura, de forma a poder cruzar respostas:

Parte 1: dados da empresa, a fim de verificar/confirmar seu perfil (origem do capital, se é subsidiária ou não de outra, número de funcionários, empresa de manufatura ou de serviços, localização, linha de produto, se a administração da empresa é de cunho familiar ou não e seus mercados de atuação).

Parte 2: avaliação da intenção da empresa em investir na metodologia Seis Sigma (conhecimento da Direção dos conceitos envolvidos, intenção declarada da Direção em implantar a metodologia, razões para não implantá-la, razões para adiar a implantação desta, razões que mais motivam para a implantação).

Parte 3: avaliação dos obstáculos e das adaptações necessárias à adoção do Seis Sigma pela empresa, sob a ótica do respondente.

Parte 4: avaliação do impacto da preexistência na empresa de programas da qualidade usando outras metodologias, no interesse da Direção pela adoção do Seis Sigma.

Parte final: identificação do respondente, agradecimentos pela participação na pesquisa, pergunta sobre o desejo de receber o resultado da pesquisa e garantia de não identificação da empresa (confidencialidade).

Para criar o questionário foram elaboradas as questões abaixo (Tabela 3.3), mantendo a relação com as hipóteses formuladas.

Tabela 3.3 – Questões da pesquisa

Hipó-tese	Questões
1	Qual o tipo de administração da empresa (familiar, profissional, mista) ?
	A empresa trabalha com planejamento estratégico e visão de longo prazo?
	A empresa possui um sistema de medição de desempenho e de premiação por resultados?
	A Direção da empresa conhece a metodologia Seis Sigma?
	A empresa já adotou o Seis Sigma, pensa em adotá-lo ou decidiu não adotá-lo?
	Acredita que esta metodologia tem condições de contribuir para resolver os problemas de sua empresa?
	Acredita que o investimento na implantação do Seis Sigma geraria retorno financeiro satisfatório para a empresa?
	Acredita que a implantação de um programa da qualidade baseados nesta metodologia só geraria benefícios em prazo mais longo que o tolerável pela empresa?
	Acredita que esta metodologia é adequada apenas a grandes empresas?
	Acredita que o Seis Sigma é semelhante a outras metodologias já existentes na empresa, e portanto é desnecessária sua adoção?
	Algum outro motivo para a falta de interesse no Seis Sigma? Existem outros obstáculos à implementação do Seis Sigma?
	Quais razões mais influenciariam sua empresa a adotar o Seis Sigma? (promessa de retorno financeiro; a promessa de melhorar drasticamente os processos não só de manufatura mas também administrativos; tornar as pessoas da empresa mais bem preparadas para tratar de problemas complexos; ter um diferencial competitivo frente à concorrência; a imposição dos clientes ou valor atribuído por eles à iniciativa; outras).
2	A empresa acredita que falhas da gestão dos projetos (falta de planejamento, liderança, informação, controle etc.) poderão se tornar um grande obstáculo ao sucesso do Seis Sigma em sua empresa?
	Acredita que as pessoas da sua empresa têm capacidade de absorver e utilizar a metodologia?
	O receio de treinar pessoas e estas deixarem a empresa torna o Seis Sigma desinteressante?

Continua.

Tabela 3.3 – Questões da pesquisa (conclusão)

3	A empresa teria dificuldades em liberar o pessoal mais capacitado para participar do esforço do Seis Sigma (treinamentos e equipes de solução de problemas) por não poder delegar a rotina a outros?
	Faltam recursos para arcar com os investimentos iniciais?
	Faltam recursos financeiros para manter o programa?
	Existem outros motivos para não iniciar o esforço do Seis Sigma?
	Na sua opinião, quais sugestões seriam mais adequadas para facilitar a adoção do Seis Sigma por sua empresa? a) só investir muito em treinamento naqueles que permanecerão muito tempo na empresa; b) começar com treinamento básico e dar novos treinamentos na medida da necessidade; c) ter pessoas na empresa com treinamento básico apenas e usar consultores externos; c) mesclar adequadamente treinamentos abertos com treinamentos *in company*; d) usar treinamentos à distância (internet ou vídeos); e) usar treinamentos *in company* com exemplos da realidade da empresa; f) ter apoio de entidades externas como SEBRAE, SINDIPEÇAS ou Universidades; g) fazer parte de um grupo de empresas que compartilham serviços de consultoria; h) mesclar o Seis Sigma com o *lean manufacturing*; i) incluir no Seis Sigma o DFSS (*Design for Six Sigma*); j) usar a base dos Programas de Qualidade já existente na empresa; k) conscientizar a Alta Direção sobre os benefícios e requisitos do Seis Sigma; l) conscientizar os Gerentes sobre as diferenças do Seis Sigma e outras metodologias; m) Outras.
4	A empresa tem uma cultura de trabalho em equipe?
	A empresa possui um sistema de gestão da qualidade certificado? O SGQ atende aos requisitos da ISO9001:2000? O SGQ atende aos requisitos da ISO/TS16949:2002?
	O fato da empresa já ser certificada incentiva/auxilia na implantação do Seis Sigma ?
	A empresa utiliza elementos do TQM ?
	O fato da empresa utilizar elementos do TQM incentiva/auxilia na implantação do Seis Sigma ?
	A empresa utiliza/utilizou a reengenharia? A empresa implantou a manufatura enxuta? A empresa possui algum outro programa de qualidade/produtividade em andamento?
	Eventuais experiências negativas na implantação de outros programas da qualidade são obstáculos à implantação do Seis Sigma em sua empresa?

Em geral foram usadas questões fechadas (escolha forçada) para facilitar a administração do questionário e tornar seu preenchimento mais rápido, além de aumentar a confiabilidade do *survey*. Foram usadas questões abertas apenas quando se desejava obter informações adicionais, tais como opiniões ou datas.

Outro tipo de questão aberta usada foi aquela onde o respondente podia livremente escolher as opções que mais lhe apreciavam, criando assim categorias.

As questões fechadas utilizadas foram do tipo *check-list* (várias possíveis respostas para a questão) ou escalas comparativas e de categorias.

Procurou-se observar as seguintes regras nas questões fechadas:

a. cada questão deveria ter significado para o respondente;
b. linguagem padrão e concisão das frases.
c. questões concretas, não abstratas, e próximas à experiência dos respondentes, para aumentar a taxa de resposta.
d. a escolha das palavras foi feita para evitar vieses pessoais do respondente e do pesquisador.
e. um simples pensamento por questão, para evitar confusão em respostas.

4 RESULTADOS

Como resultado do envio dos questionários, 32 empresas responderam à pesquisa, resultando numa taxa de retorno de 13,5% (32/237), satisfazendo à taxa mínima estabelecida. Das empresas respondentes, 3 não foram consideradas na pesquisa pois uma respondeu ser de grande porte, outra ser de capital misto (não majoritariamente nacional) e outra era subsidiária de outra organização maior. Mesmo desconsiderando-se estas empresas, a taxa de retorno ainda ficou acima dos 10% mínimo (12,2%).

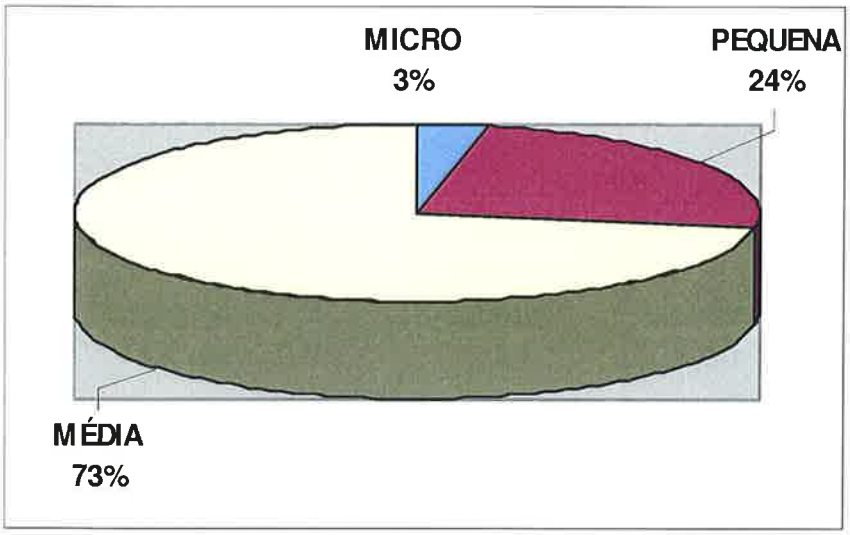

Fig. 4.1 – Porte das Empresas que Responderam ao Questionário.
Elaborado pelo autor.

Das empresas que participaram da pesquisa, 21 eram de porte médio (73%), 7 de pequeno porte (24%) e uma era micro-empresa (3%) (Fig. 4.1).

Apenas duas empresas não eram predominantemente manufatureiras, sendo uma prestadora de serviços e outra dividia seu faturamento entre venda de serviços e de produtos manufaturados (Fig. 4.2).

A distribuição espacial das empresas na amostra refletiu a distribuição da população, mostrando a concentração das empresas no Estado de São Paulo, como esperado. Do total, 13,7% localizam-se na Capital de São Paulo (4 empresas médias), 27,6% na Grande São Paulo com exceção do ABCD (3 médias e 5 pequenas), 27,6% no ABCD (1 pequena e 7 médias), 17,2% no interior de São

Paulo (1 pequena e 4 médias) e 4 em outros estados (1 pequena e 3 médias) (Fig. 4.3).

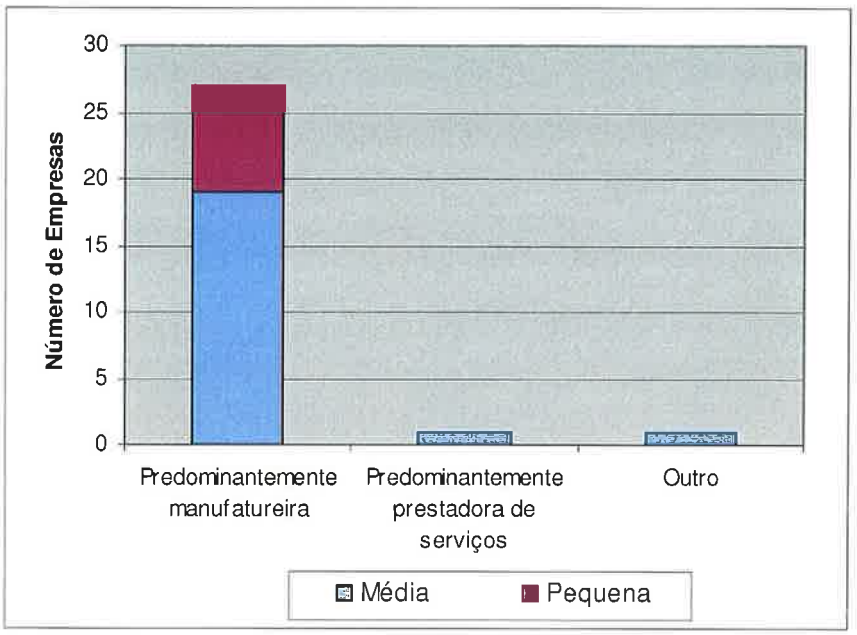

Fig. 4.2 – Mercado de Atuação das Empresas.
Elaborado pelo autor.

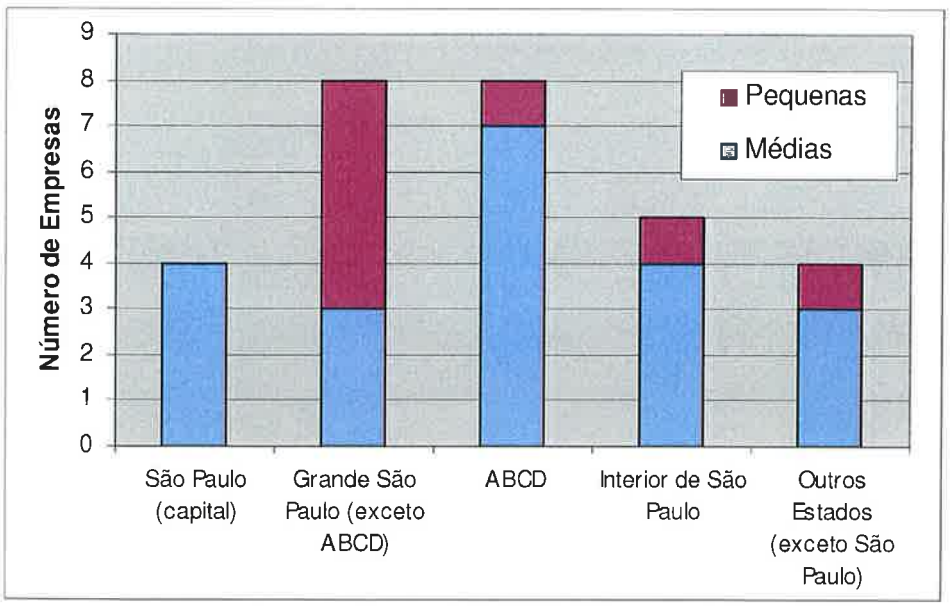

Fig. 4.3 – Localização das Empresas.
Elaborado pelo autor.

Em relação à gestão, confirma-se a administração familiar como preponderante entre os pequenos e médios negócios. Entre as médias empresas, 76% têm

administração familiar ou mista, e entre as pequenas este número sobe para 87% (fig. 4.4 e 4.5).

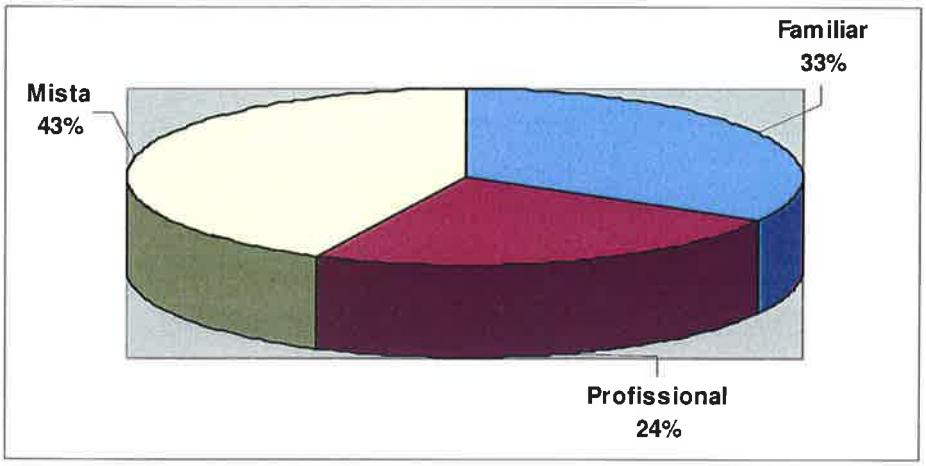

Fig. 4.4 – Empresas Médias – Tipo de Administração.
Elaborado pelo autor.

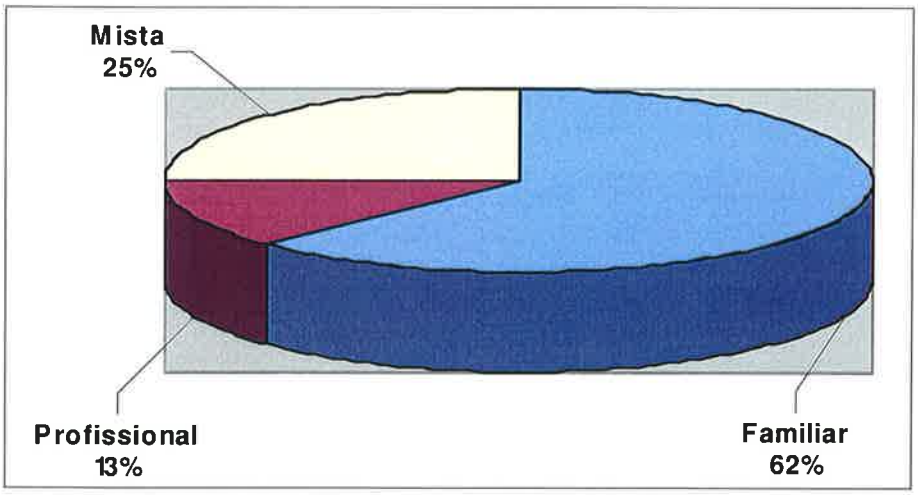

Fig. 4.5 – Gráfico Empresas Pequenas – Tipo de Administração.
Elaborado pelo autor.

Com relação à origem do faturamento, as pequenas empresas, como esperado, dependem mais fortemente do mercado de reposição, enquanto que as médias têm maior vocação para fornecer diretamente às montadoras e outras empresas de autopeças. As empresas também exportam e fornecem para outros mercados (linha branca e eletrodomésticos). Cada empresa pôde registrar fornecimento para mais

de um segmento de mercado, portanto cada empresa pode aparecer mais de uma vez no quadro (fig. 4.6 e 4.7).

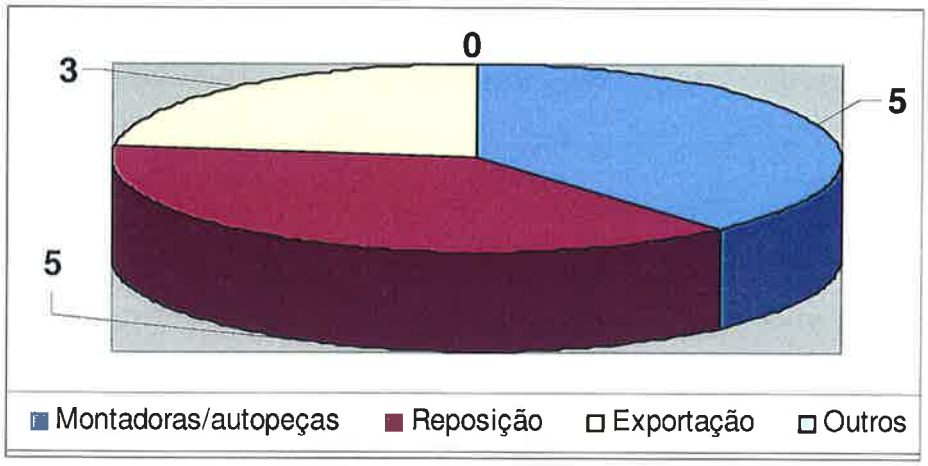

Fig. 4.6 – Empresas Médias – Divisão do Faturamento.
Elaborado pelo autor.

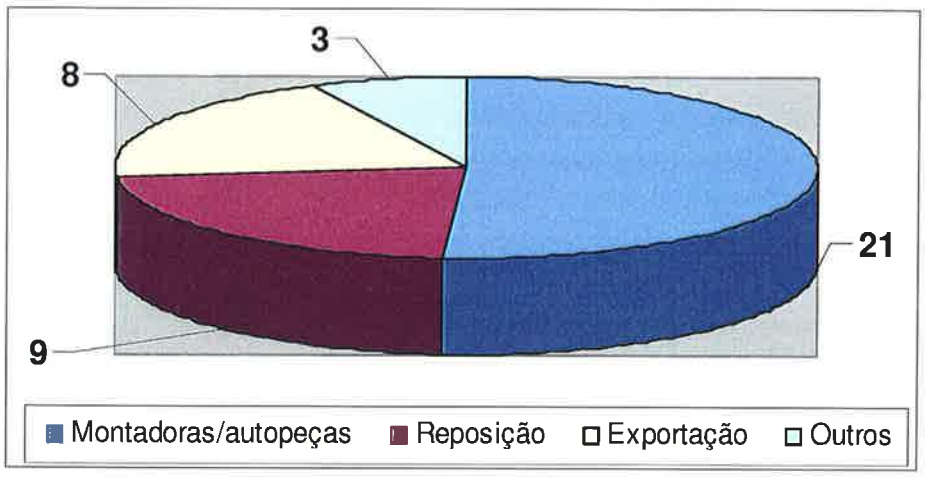

Fig. 4.7 – Empresas Pequenas – Divisão do Faturamento.
Elaborado pelo autor.

As empresas declararam em sua maior parte (62%), conhecer apenas superficialmente o Seis Sigma. Apenas 27,6% declaram possuir conhecimento razoável do Seis Sigma, e 10,3% afirmaram não conhecer a metodologia (fig. 4.8). Este fato, provavelmente, tem implicações sobre as demais respostas dadas no questionário.

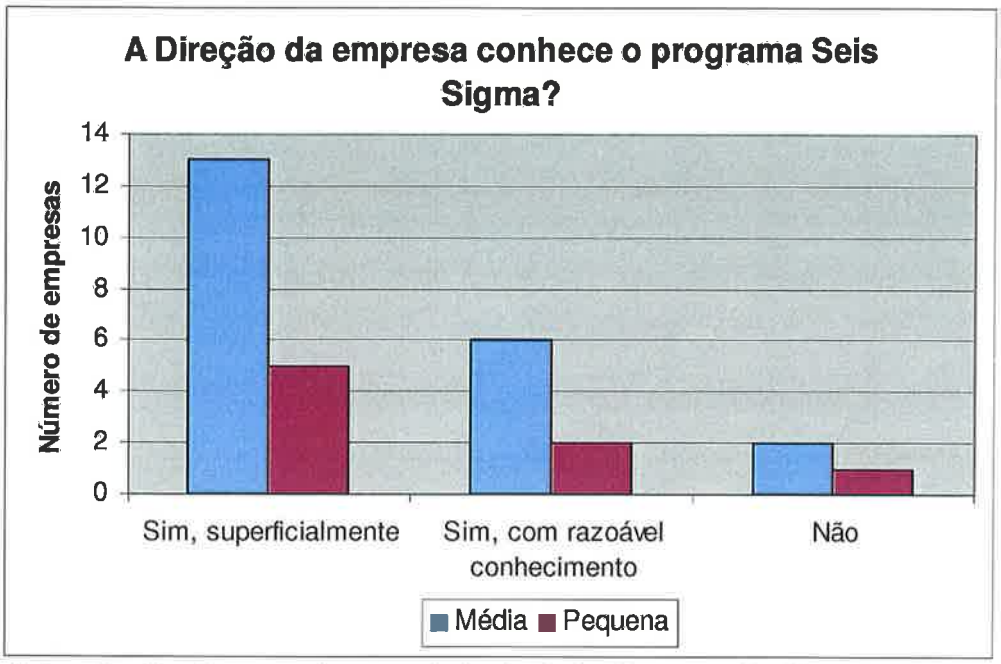

Fig. 4.8 – Conhecimento da metodologia Seis Sigma pela Direção da empresa. Elaborado pelo autor.

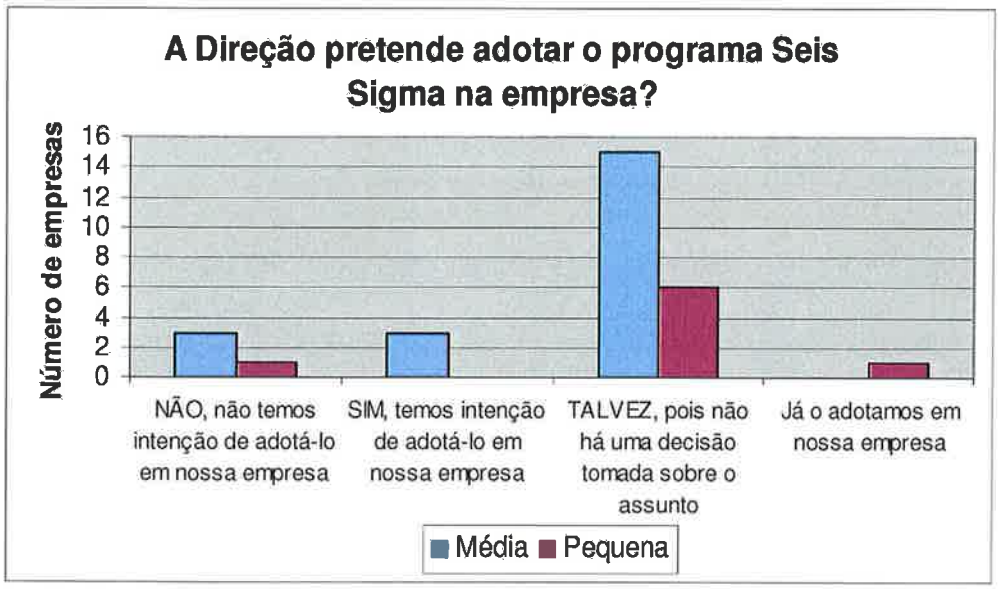

Fig. 4.9 – Intenção da empresa em adotar a metodologia Seis Sigma. Elaborado pelo autor.

Apenas uma pequena empresa declarou já haver adotado a metodologia (3,4%). Três outras empresas (10,3%), todas de médio porte, já se decidiram por adotar a metodologia. 72,4% afirmaram que talvez possam adotar o Seis Sigma, pois não há ainda decisão tomada a respeito, o que é coerente com o fato da maioria conhecer apenas superficialmente a metodologia. Quatro empresas (13,8%) já haviam decidido não adotar a metodologia (fig. 4.9). As razões das empresas para não

adotar a metodologia foram: ter outras prioridades, como consolidar o SGQ (a empresa era recém certificada ISO9001:2000) e melhorar a gestão de estoques e planejamento de produção; a empresa estar passando por dificuldades financeiras; acreditar que o retorno seria menor que o esperado; os clientes não solicitarem ou valorizarem o Seis Sigma e já adotar outras metodologias semelhantes (CEP, programa de melhorias) (Fig.4.10).

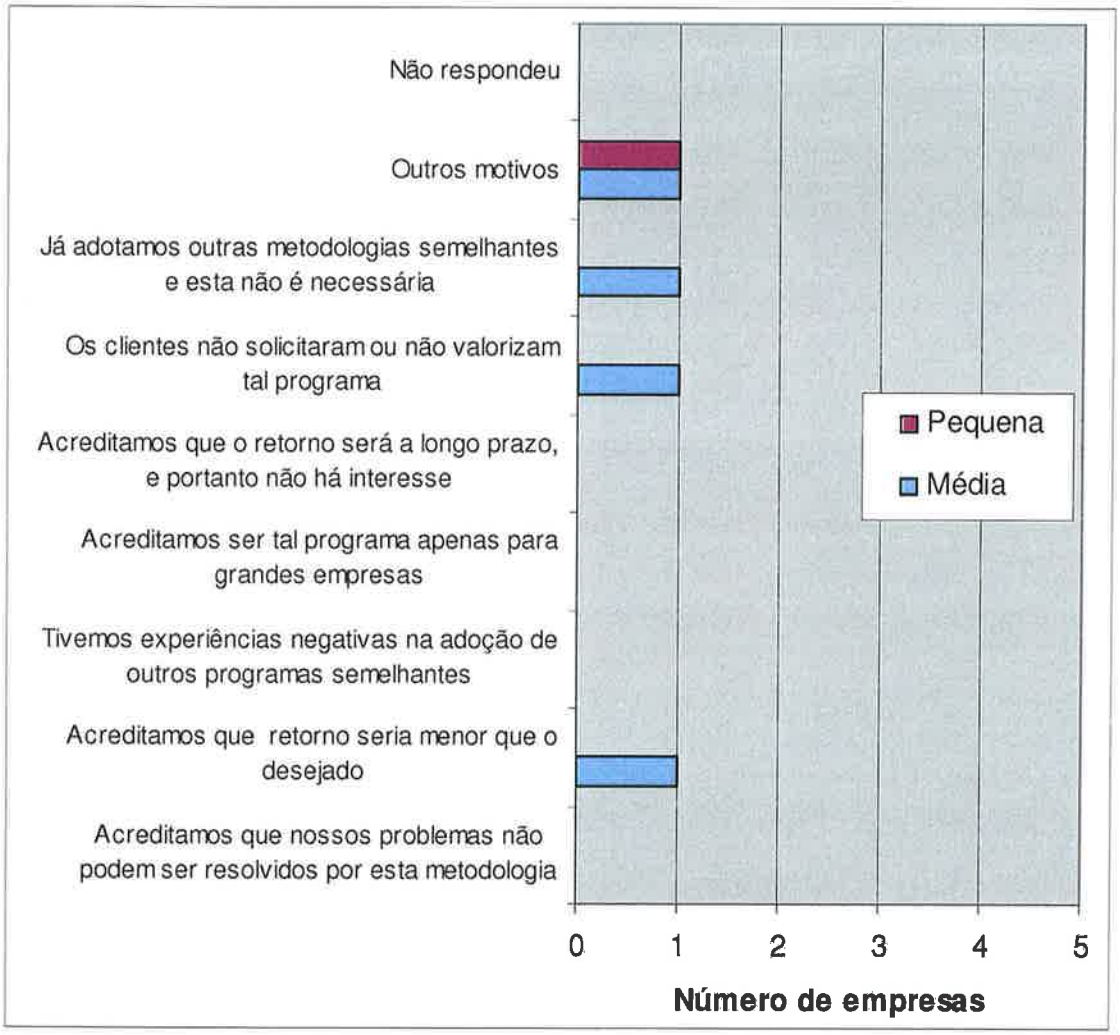

Fig. 4.10 – Razões para não adotar a metodologia Seis Sigma.
Elaborado pelo autor.

Na pergunta sobre as razões alegadas pelas empresas que cogitam a implantação do Seis Sigma para o adiamento da implantação, as empresas puderam votar em mais de uma razão (fig. 4.11). Duas empresas se omitiram nesta resposta (uma média e outra pequena, sendo que esta pequena não respondeu, pois afirmou que já adota o Seis Sigma). A principal razão alegada para o adiamento é a falta de pessoas capacitadas na empresa para serem treinadas na metodologia (6 votos de empresas médias e 4 de empresas pequenas).

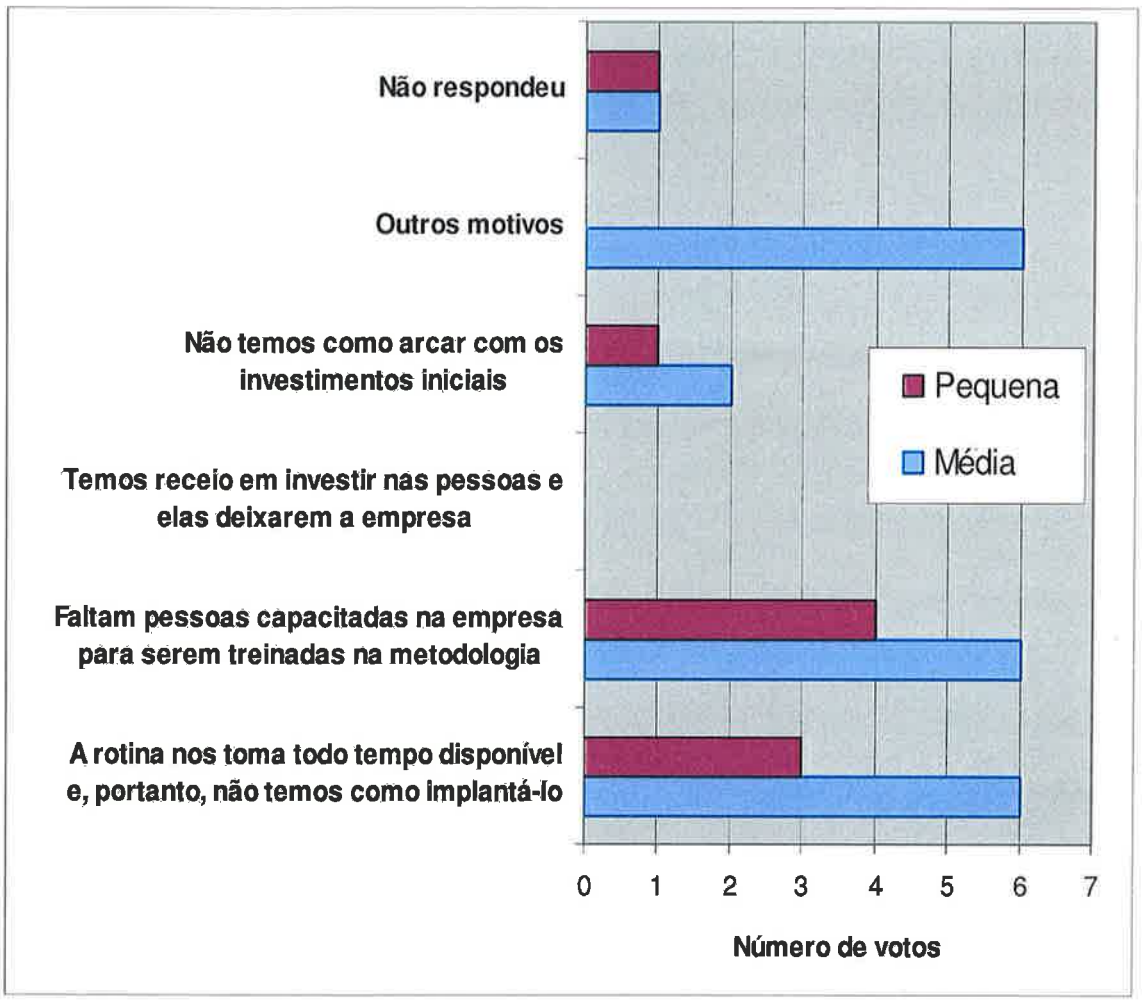

Fig. 4.11 – Razões para ainda não haver iniciado a implementação da metodologia Seis Sigma na empresa. Elaborado pelo autor.

A segunda razão mais votada foi a falta de tempo disponível, pois a rotina já ocupa todo este tempo (6 votos de empresas médias e 3 votos de empresas pequenas). Em terceiro lugar ficaram "outros motivos" (6 empresas, todas de médio porte), justificado pelas seguintes alegações: estar investindo em outros programas (5Ss, kaizen, TPM, sistemas de gestão) – 2 empresas, dúvidas sobre a eficácia da

metodologia, implantar a TS primeiro (2 empresas) e falta de condições financeiras. Em quarto lugar ficou "não ter como arcar com os investimentos iniciais" (1 voto de empresa pequena e 2 votos de empresas médias). Nenhuma empresa mostrou receio em investir nas pessoas e elas deixarem a empresa.

Para as razões declaradas como mais importantes na decisão por adotar a metodologia Seis Sigma, as empresas também puderam votar em mais de uma razão (fig. 4.12). Assim as razões mais votadas foram por ordem:

- ter um diferencial competitivo frente aos concorrentes (9 empresas médias e 3 pequenas empresas);
- tornar as pessoas da empresa mais bem preparada para resolver problemas complexos (7 empresas médias e 3 pequenas empresas);
- a promessa de melhorar drasticamente nossos processos (7 empresas médias e 3 pequenas empresas);
- o fato de poder ser aplicado tanto na manufatura quanto em processos administrativos (4 empresas médias e 2 pequenas empresas);
- a imposição dos clientes (4 empresas médias e 1 pequena empresa);
- a promessa de grandes retornos financeiros (3 empresas médias e 1 pequena empresa).

Uma empresa apresentou outro argumento: o desafio para uma nova Diretoria que estaria assumindo a empresa. Nenhuma empresa declarou que nada os faria interessar pela metodologia Seis Sigma.

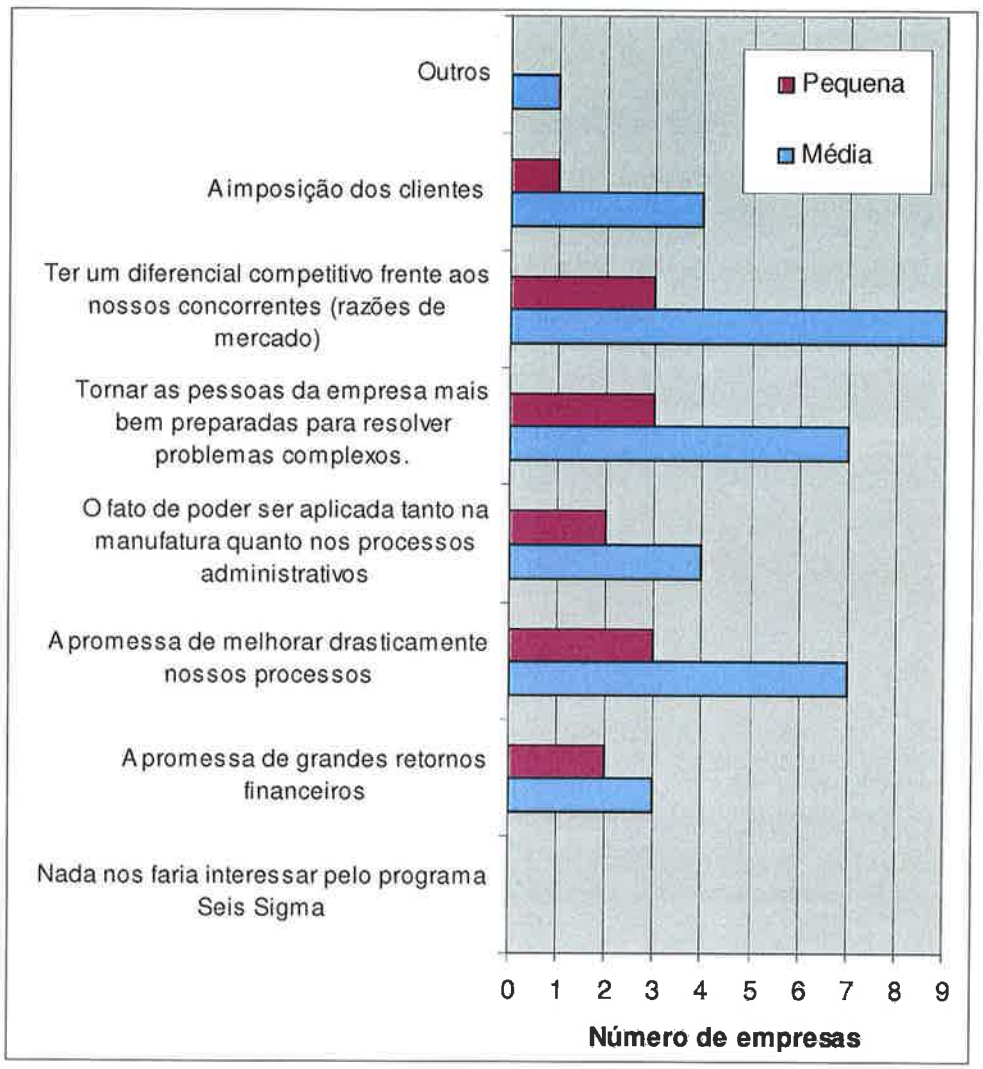

Fig. 4.12 – Razões que influenciariam a empresa a adotar a metodologia Seis Sigma. Elaborado pelo autor.

No tocante aos maiores obstáculos para o sucesso do Seis Sigma (fig. 4.13), onde também as empresas puderam escolher mais de uma opção, o maior obstáculo apontado foi a falta de tempo dos funcionários mais capacitados para participar de treinamentos e grupos de trabalho (9 empresas médias e 4 pequenas). A segunda maior votação recaiu sobre a falta de recursos financeiros e falhas da gestão dos projetos (ambas com 6 médias empresas e 2 pequenas empresas). No quarto lugar ficou a falta de um sistema de medição de desempenho e de premiação por resultados junto com a falta de planejamento estratégico e visão de médio/longo prazo (ambas com 6 votos). Em sexto lugar ficaram: a falta de capacidade dos funcionários em absorver e utilizar a metodologia e a falta de cultura de trabalho em equipe (4 votos para ambas). Uma empresa relatou outro tipo de obstáculo:

prioridade para a implementação da ISO/TS16949:2002, ISO14001 e outras ferramentas de gestão. Três empresas deixaram de responder à questão.

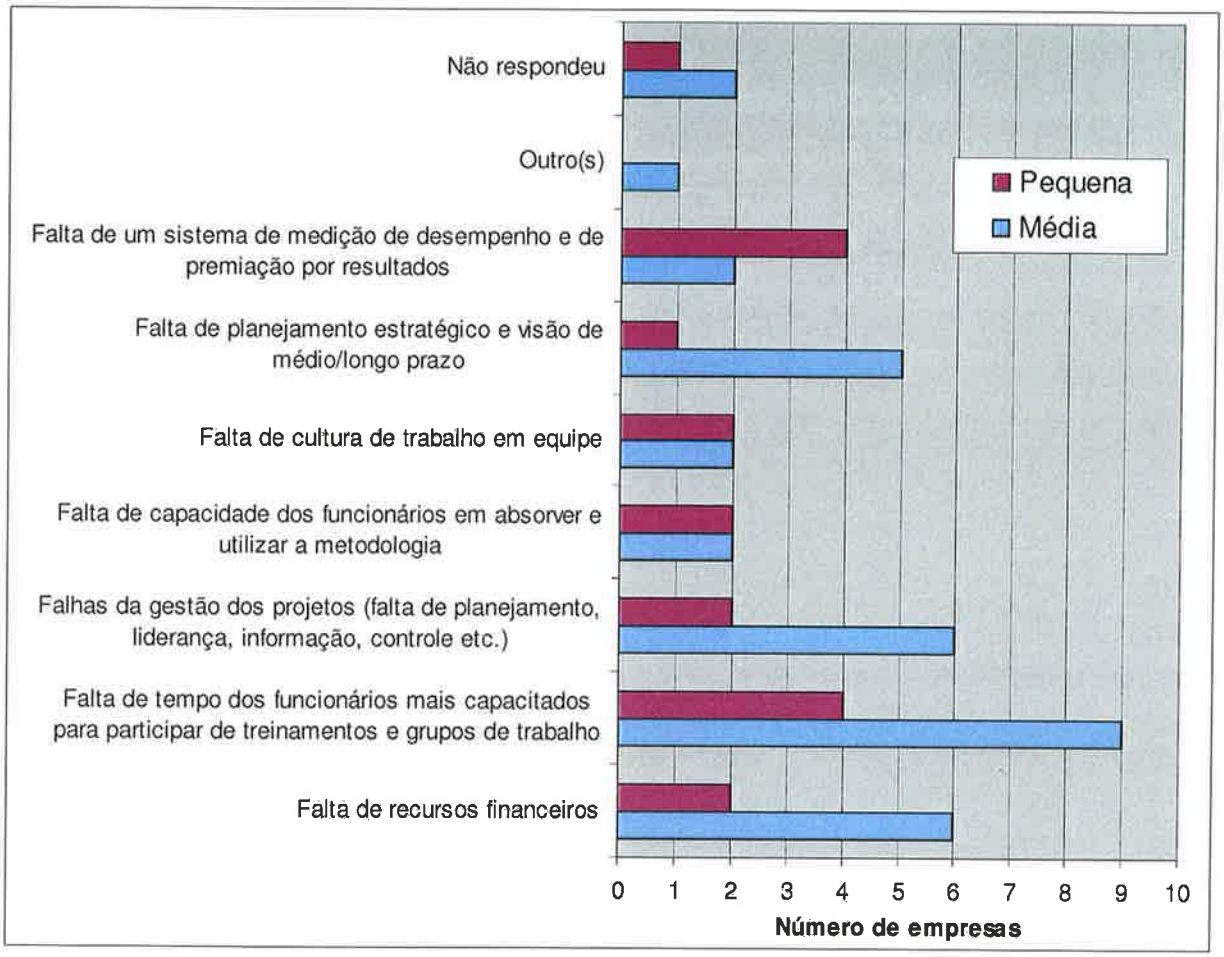

Fig. 4.13 – Maiores Obstáculos para o Sucesso do Seis Sigma.
Elaborado pelo autor.

Na questão onde se pedia para ordenar as sugestões que mais agradariam ao respondente para facilitar a adoção da metodologia Seis Sigma na empresa dele, estes tiveram a liberdade para inclusive votar mais de uma na mesma posição, ou deixar sugestões sem serem votadas.

As sugestões foram ordenadas pela colocação média, obtida a partir das freqüências relativas de cada sugestão em cada colocação, somando-se os votos das pequenas e médias empresas:

$$\bar{x} = \Sigma_i^n x_i f_i$$

onde:

$\bar{x}$ = colocação média

n=número total de opções=13;

x_i=colocação=1,2,...,13;

f_i = freqüência relativa = (votos na opção)/(total de votos da sugestão).

Também a moda foi apontada, como outra forma de se avaliar a posição relativa entre as sugestões (Tabela 4.1).

Nem as pequenas nem as médias empresas apresentaram outras sugestões. Três empresas deixaram de preencher esta questão.

As principais constatações foram as seguintes:

a) "Conscientizar a Alta Direção sobre os benefícios e requisitos do Seis Sigma" foi a opção mais bem votada, quase uma unanimidade. Quinze votações em primeiro lugar, três votações em segundo e outras lembranças em posições inferiores.
b) "Conscientizar os gerentes sobre as diferenças do Seis Sigma e outras metodologias", com cinco citações em primeiro lugar, seis em segundo lugar, quatro em terceiro e outras em posições inferiores foi a segunda sugestão na preferência das empresas consultadas.
c) "Usar a base das metodologias da qualidade já existentes na empresa" foi a terceira opção mais bem votada (6 votos em primeiro lugar, todos de médias empresas, dois votos em segundo e um em terceiro lugar, e outras votações em posições inferiores).
d) "Mesclar o Seis Sigma com a manufatura enxuta" interessou muito mais às médias empresas, com três votações em primeiro, duas em segundo, cinco em terceiro e duas em quarto lugar. Em quinto lugar as médias empresas votaram uma única vez e as pequenas votaram duas vezes. Houve ainda um voto em sexto, sétimo e nono lugares.
e) "Começar com treinamento básico e dar novos treinamentos na medida da necessidade" foi a segunda opção mais bem votada pelas empresas em primeiro lugar, sendo votada em primeiro lugar por três pequenas empresas e cinco empresas médias, mas recebeu também votações em segundo, terceiro, quarto, quinto, sexto, oitavo, décimo primeiro e décimo segundo lugares.

Tabela 4.1 – Ordenamento das sugestões para facilitar a implantação do Seis Sigma na empresa, conforme a preferência dos respondentes.

		ORDEM														
SUGESTÃO	PORTE	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.	9a.	10a.	11a.	12a.	13a.	MÉDIA	MODA
Conscientizar a Alta Direção sobre os benefícios e requisitos do Seis Sigma	Pequena	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2,41	1a.
	Média	12	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
	Total	**15**	**3**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**		
Conscientizar os Gerentes sobre as diferenças do Seis Sigma e outros Programas	Pequena	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3,29	2a.
	Média	5	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Total	**5**	**6**	**4**	**2**	**2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**		
Usar a base dos Programas de Qualidade já existente na empresa	Pequena	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	3,70	1a., 5a.
	Média	6	2	0	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0		
	Total	**6**	**2**	**1**	**2**	**6**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**		
Mesclar o Seis Sigma com o lean manufacturing	Pequena	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3,72	3a.
	Média	3	2	5	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
	Total	**3**	**2**	**5**	**2**	**3**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**		
Começar com treinamento básico e dar novos treinamentos na medida da necessidade	Pequena	3	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	4,00	1a.
	Média	5	2	2	2	1	1	0	2	0	0	1	0	0		
	Total	**8**	**3**	**2**	**2**	**1**	**2**	**0**	**3**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**		
Usar treinamentos in company com exemplos da realidade da empresa	Pequena	1	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4,22	1a., 3a.
	Média	4	1	3	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0		
	Total	**5**	**1**	**5**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**		
Mesclar adequadamente treinamentos abertos com treinamentos in company	Pequena	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4,28	2a.
	Média	1	4	1	1	1	2	1	1	0	0	1	0	0		
	Total	**1**	**7**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**		
Ter apoio de entidades externas como SEBRAE, SINDIPEÇAS ou Universidades	Pequena	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,38	4a.
	Média	2	1	1	2	0	2	1	0	0	1	1	0	0		
	Total	**3**	**1**	**3**	**4**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**		
Incluir no Seis Sigma o DFSS (Design for Six Sigma)	Pequena	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5,33	6a.
	Média	1	2	2	0	1	2	1	0	0	0	0	2	0		
	Total	**2**	**2**	**2**	**1**	**1**	**3**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**		
Fazer parte de um grupo de empresas que compartilham serviços de consultoria	Pequena	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	7,14	10a.
	Média	0	3	0	1	0	0	1	1	0	2	1	1	0		
	Total	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**0**	**1**	**2**	**0**	**4**	**1**	**1**	**0**		
Ter pessoas na empresa com treinamento básico apenas e usar consultores externos	Pequena	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	7,62	3a.
	Média	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2		
	Total	**2**	**0**	**3**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**2**	**2**	**2**		
Usar treinamentos à distância (internet ou vídeos)	Pequena	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	8,17	10a.
	Média	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1		
	Total	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**2**	**1**	**0**	**3**	**1**	**1**	**1**		
Só investir muito em treinamento naqueles que permanecerão muito tempo na empresa	Pequena	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	9,92	13a.
	Média	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2		
	Total	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**2**	**2**	**4**		

Elaborado pelo autor.

OBS.: as células negritadas acima correspondem às modas de cada sugestão, e na coluna MODA, aparecem as colocações correspondentes.

f) "Usar treinamentos fechados com exemplos da realidade da empresa" foi outra opção bem votada em primeiro lugar, com cinco citações, mas recebeu também votações em segundo, terceiro, quinto, sexto, sétimo e nono lugares.
g) "Mesclar treinamentos abertos com treinamentos fechados, de forma adequada", foi lembrada apenas uma vez em primeiro lugar, mas recebeu sete votações em segundo e duas votações em terceiro lugar, além de outras citações.
h) "Ter apoio de entidades externas como SEBRAE, SINDIPEÇAS ou Universidades" teve três lembranças em primeiro lugar, uma em segundo, três em terceiro, quatro em quarto lugar e outras votações em colocações inferiores.
i) "Incluir no Seis Sigma o *Design for Six Sigma*" interessou em primeiro lugar a duas empresas, em segundo lugar a outras duas empresas e também em terceiro lugar recebeu dois votos. Esta opção também foi lembrada em outras colocações.
j) "Fazer parte de um grupo de empresas que compartilham serviços de consultoria" foi lembrada apenas em segundo lugar com três votos e em quarto lugar com dois votos, e em outras colocações inferiores.
k) "Ter pessoas com treinamento básico e usar consultores externos" foi uma opção que recebeu duas votações em primeiro lugar, e três em terceiro lugar, além de outras votações em colocações inferiores.
l) "Treinamentos à distância (usando internet ou vídeos)" foi lembrada apenas uma vez em primeiro lugar, e outra vez em terceiro lugar, além de outras citações em posições inferiores.
m) A opção de "investir muito em treinamento apenas naqueles que permanecerão muito tempo na empresa" foi a sugestão colocada na mais baixa ordem de preferência, sendo lembrada em primeiro lugar por uma empresa, por quatro na 13ª posição, além de outras colocações intermediárias.

Quando a pergunta foi sobre a influência da existência atual na empresa de outros Programas da Qualidade para sua decisão de se adotar um programa com a metodologia Seis Sigma na empresa, as opiniões foram as seguintes:

- a preexistência da ISO9001:2000 foi considerada importante por 34,4% das empresas, pouco importante por 20,7% e sem influência por 17,2% das empresas. Oito empresas (27,5%) não responderam à questão (fig. 4.15).

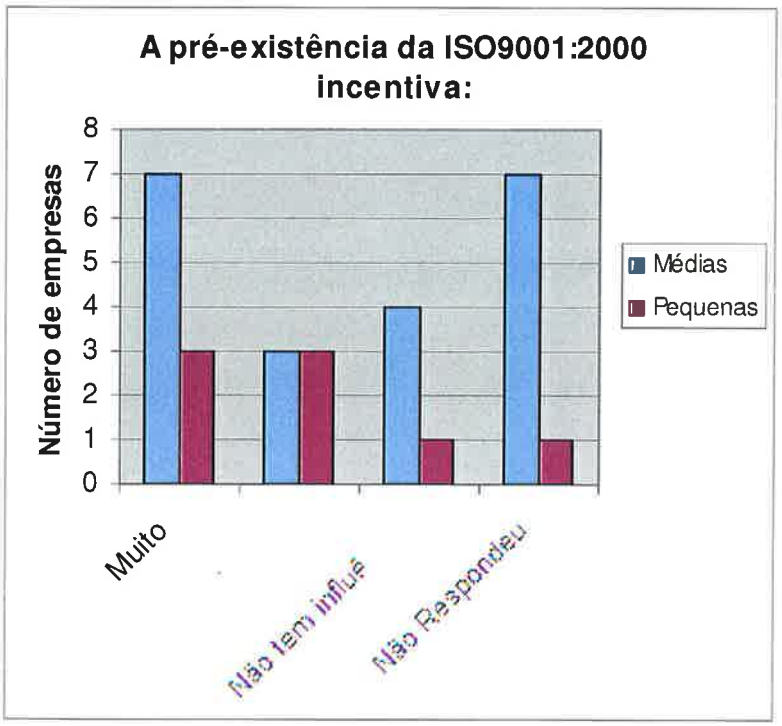

Fig. 4.14 – Incentivo da preexistência da ISO9001:2000 na empresa para a adoção do Seis Sigma. Elaborado pelo autor.

- a preexistência da ISO/TS16949:2002 foi considerada ter muita influência para a decisão de se adotar o Seis Sigma por 55,2% das empresas, pouco influente por 13,8% das empresas, sem influência por 20,7% das empresas. Quatro empresas (13,8%) não responderam à questão (fig.4.16).
- por fim, a preexistência de elementos da Qualidade Total (TQM), tais como PDCA, Custos da Qualidade, CCQs, programa de sugestões, kaizen, CEP, 5S's, envolvimento dos fornecedores etc., foi julgado como muito influente por 69,0% das empresas, pouco influente por 10,3% das empresas e não influente por 6,9% das empresas. Quatro empresas (13,8%) não responderam à questão (fig. 4.17).

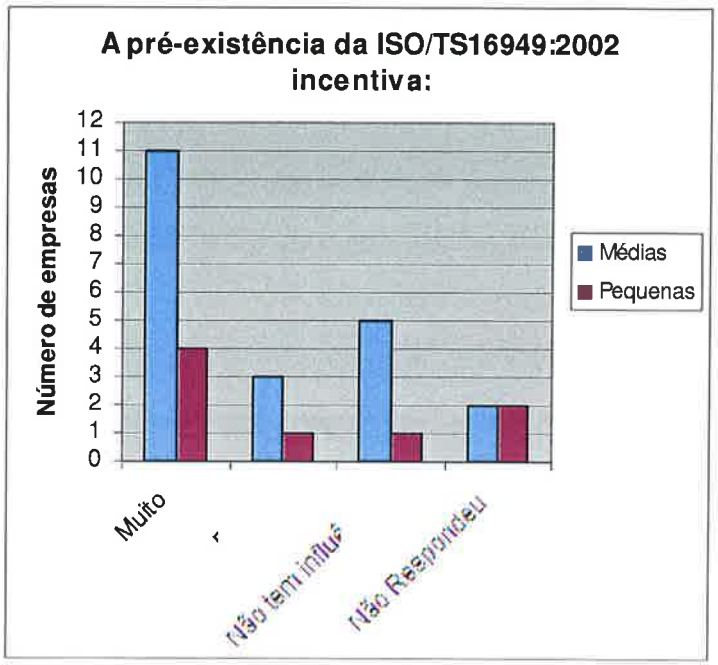

Fig. 4.15 – Incentivo da preexistência da ISO/TS16949:2002 na empresa para a adoção do Seis Sigma. Elaborado pelo autor.

Para melhor entender as respostas, perguntou-se sobre as metodologias já implantadas na empresa (fig.4.18), e as respostas foram:

- 19 empresas (65,5%) são certificadas conforme ISO/TS16949:2002, enquanto que as 10 restantes (34,5%) são certificadas conforme ISO9001:2000;
- 4 empresas (13,8%) possuíam elementos do TQM implantados/em implantação.
- 4 empresas (13,8%), todas de médio porte, possuíam *manufatura enxuta* implantada ou em implantação.
- Uma única empresa (3,4%) afirmou estar implantando Seis Sigma;
- Nenhuma empresa implantou ou está implantando reengenharia;

- 5 empresas (17,2%), todas de médio porte, citaram possuir outros programas implantados ou em implantação: melhoria contínua, ISO14001, 5S's, etc..

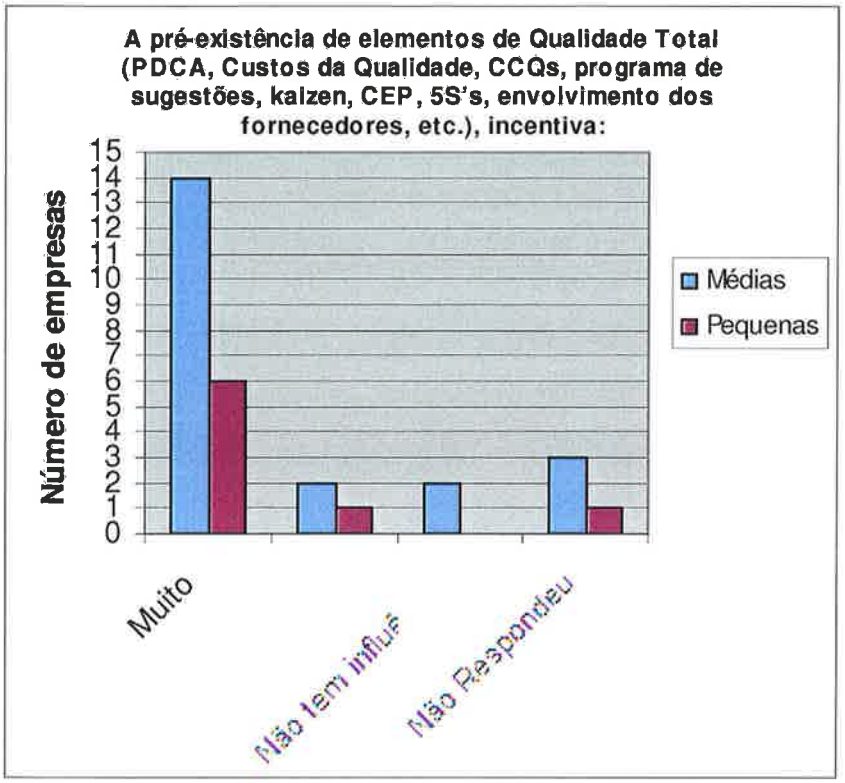

Fig. 4.16 – Incentivo da preexistência de elementos de Qualidade Total na empresa para a adoção do Seis Sigma. Elaborado pelo autor.

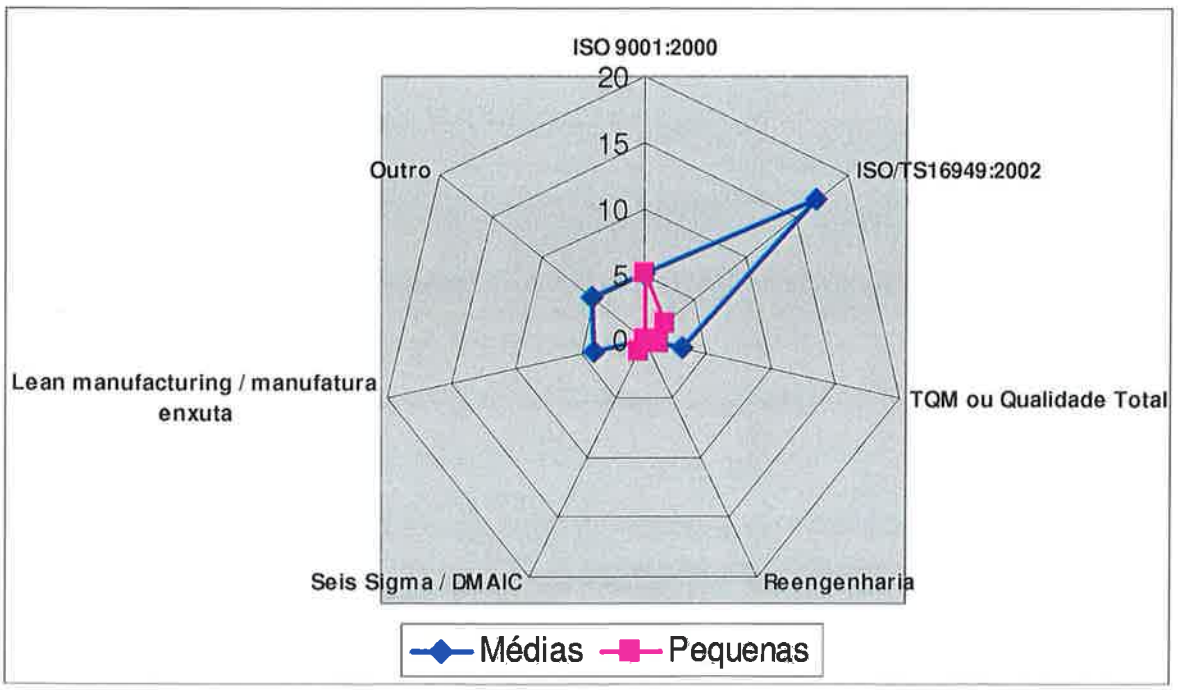

Fig. 4.17 – Metodologias da qualidade/produtividade já implantadas ou em implantação nas empresas. Elaborado pelo autor.

5 DISCUSSÃO

5.1 Introdução

Neste capítulo são analisadas a representatividade da amostra e a validade das hipóteses formuladas, por meio de interpretação e comparação entre resultados da pesquisa de campo, procurando-se coletar evidências e contradições que façam confirmar ou rejeitar tais hipóteses.

5.2 Representatividade da amostra

Para avaliar a representatividade da amostra, procurou-se na população amostrada as mesmas características da população-objeto (ou seja, as MPMEs brasileiras de autopeças), vistas na revisão bibliográfica. Assim puderam ser verificadas as seguintes similaridades:

- a proporção entre micro, pequenas e médias empresas (1, 7 e 21 empresas na amostra respectivamente);
- o fato de todas quase todas serem predominantemente manufatureiras;
- distribuição geográfica das empresas, concentrada na região em torno da capital de São Paulo, mas também incluindo empresas de outras regiões do estado e do país.

No capítulo 3 foi apresentado o procedimento utilizado para garantir que na amostra não houvesse empresas grandes ou multinacionais. A este procedimento acrescentou-se a análise das questões sobre Linha de Produtos e Mercado de Atuação, número de funcionários, se a empresa é nacional ou não e a pergunta sobre se a empresa é subsidiária de outra maior.

Todos estes cuidados permitem aceitar a validade da população amostrada, como sendo de MPMEs brasileiras de autopeças, e representativa das características da população-objeto.

No entanto, dado o efeito dos não-respondentes, pois as respostas foram voluntárias, e, portanto, não se pôde dimensionar a amostra estatisticamente, não se pode estender as conclusões do estudo para toda a população-objeto, atendo-se estas conclusões somente à população amostrada.

A partir da amostra, foi possível confirmar, também, o maior afastamento das pequenas empresas das montadoras, e a maior dependência destas do mercado de reposição e eventual exportação, em oposição às médias, que têm a maior parte de seu faturamento proveniente das montadoras, mas também produzem para reposição, exportação (mais que as pequenas) e até outros mercados (linha branca, por exemplo). Com base na revisão bibliográfica, pode-se esperar que as exigências por qualidade sejam maiores nas médias do que nas pequenas empresas, que competiriam basicamente no preço, o que se confirma pelo maior número de empresas com certificação ISO/TS16949:2002 (mais exigente) e com elementos do TQM implantados entre as médias empresas.

5.3 Análise das hipóteses

Hipótese 1: <u>o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da conscientização da Direção destas.</u>

As respostas confirmaram o peso da família na administração da empresa. Entre as médias empresas, 76% têm administração familiar (o principal executivo é o proprietário da empresa e membros da família ocupam cargos de alto escalão, a ascensão profissional de não familiares é limitada) ou mista (parte familiar e parte profissional), e entre as pequenas este número sobe para 87%. Apenas 24% das médias e 13% das pequenas possuem administração profissional (o principal executivo é um profissional contratado e os cargos de alto escalão são também preenchidos por profissionais, os proprietários se fazem representar principalmente no Conselho Administrativo da empresa, a ascensão aos cargos mais altos depende principalmente do mérito do profissional). A administração familiar, como visto na revisão bibliográfica, tende a tornar as decisões centralizadas e os investimentos na

empresa mais escassos, o que contribui para confirmar o peso da conscientização do empresário para a decisão de implantação do Seis Sigma.

Mais de 2/3 das empresas reconheceram não possuir conhecimento adequado ou mesmo não conhecerem a metodologia. Este conhecimento não tem relação com o porte da empresa (ao nível de significância de 5%), conforme demonstrado pela aplicação do teste (exato) de Fisher (SIEGEL, 1975), aos dados da Tabela 5.1 (ver Apêndice C).

Tabela 5.1 – Conhecimento do Seis Sigma em função do porte da empresa.

CONHECIMENTO/PORTE	MÉDIA	MICRO/PEQUENA
RAZOÁVEL	6 (29%)	2 (25%)
SUPERFICIAL	13 (62%)	5 (62%)
NÃO CONHECE	2 (9%)	1 (13%)

A visualização do quadro abaixo (Tabela 5.2) permite evidenciar que as empresas que conhecem razoavelmente o Seis Sigma tomaram posição frente ao Seis Sigma muito mais claramente que as empresas que o conhecem apenas superficialmente. Esta afirmação foi comprovada pela aplicação do Teste (exato) de Fisher (SIEGEL, 1975) ao nível de significância de 5%, demonstrado no Anexo C.

Tabela 5.2 – Intenção de adotar o Seis Sigma em função do conhecimento da metodologia.

	Não conhece	Conhecimento superficial	Conhecimento razoável
Já adota	-	-	1 (3,4%)
Pretende adotar	-	1 (3,4%)	2 (6,9%)
Talvez adote	2 (6,9%)	16 (55,3%)	3 (10,4%)
Não pretende adotar	1 (3,4%)	1 (3,4%)	2 (6,9%)

As empresas que já decidiram adotar o Seis Sigma têm em comum o fato de todas serem empresas de médio porte, possuírem administração profissional e fornecerem diretamente a montadoras.

Uma é certificada ISO9001:2000, mas com planos para a implementação da ISO/TS. Esta empresa atende tanto a montadoras quanto ao mercado de reposição.

A empresa afirmou conhecer o Seis Sigma apenas superficialmente, e alega que ainda não o implantou porque a prioridade é primeiro implantar a ISO/TS e também porque faltam pessoas capacitadas na empresa para serem treinadas.

Outra empresa é certificada ISO/TS16949:2002, atende exclusivamente montadoras (sistemista), que alegou conhecimento razoável do Seis Sigma, mas não especificou os motivos para ainda não ter iniciado sua implantação. Esta empresa utiliza as ferramentas da Qualidade Total: Kaizen, 5S's e TPM.

A última é certificada QS9000 (com previsão de alterar esta certificação para ISO/TS16949:2002 até dez/06), atende tanto a montadoras quanto à indústria de eletrodomésticos e afirmou ter razoável conhecimento da metodologia. Sua alegação para o adiamento da implantação foi a falta de pessoas capacitadas na empresa para serem treinadas. Esta empresa também utiliza a manufatura enxuta.

Mesmo entre as empresas que já haviam decidido não adotar um programa Seis Sigma (apenas 4 empresas - 13,8%), apenas uma de fato desacreditava na metodologia. Esta empresa, que afirmou ter razoável conhecimento da metodologia, justificou a não adoção pelo fato dos clientes não solicitarem ou não valorizarem a metodologia e, também, por já adotarem outras metodologias semelhantes (CEP, programa de melhorias). Outra, mesmo declarando não conhecer a metodologia, não pretende implantá-la, por estar passando por dificuldades financeiras (não poder arcar com os investimentos iniciais). Outra afirmou conhecer o programa apenas superficialmente, mas não pretende implantá-lo por acreditar que o retorno seria menor que o esperado, o que de certa forma pode significar um preconceito. A última empresa, uma pequena empresa familiar que atua exclusivamente no mercado de reposição, embora afirme ter razoável conhecimento da metodologia, não pretende implantá-la, pois afirma ter outras prioridades, como consolidar seu SGQ (a empresa era recém certificada ISO9001:2000) e melhorar sua gestão de estoques e planejamento e programação de produção, o que parece não significar uma rejeição à metodologia em si, mas uma opção racional de adiar a implantação por prazo indeterminado, em virtude da falta de perspectiva de reunir condições de implantá-la em prazo menor.

Diferente do esperado, nenhuma empresa justificou a decisão de não implementar a metodologia por acreditar ser ela destinada apenas a grandes empresas, por acreditar que os problemas da empresa não possam ser solucionados pela metodologia, por ter tido experiências negativas na adoção de outras metodologias

semelhantes ou por acreditar que o retorno será apenas no longo prazo. Este resultado pode indicar a conscientização das empresas, porém como refere-se a apenas 4 empresas, não se pode fazer esta afirmação com segurança.

Também diferente do esperado, as empresas não colocaram a falta de planejamento estratégico e de visão de longo prazo e a falta de sistemas de medição de desempenho e de premiação por resultados como grandes obstáculos à implantação do Seis Sigma. Este resultado inesperado teoricamente demonstra a conscientização das empresas, porém pode também indicar o contrário, ou seja, as empresas não reconhecem a importância destes elementos para o Seis Sigma, uma vez que a maior parte delas não tem conhecimento suficiente da metodologia.

Entre as razões que mais influenciariam a empresa a adotar o Seis Sigma, 25% dos votos foram para "ter um diferencial competitivo frente aos concorrentes"; 20% foram para "a promessa de melhorar drasticamente nossos processos" e 12% foram para "o fato de poder ser aplicado tanto na manufatura quanto em processos administrativos". Estes percentuais somados demonstram um desejo de melhorar a competitividade da empresa. Uma incoerência surge quando se verifica que, frente à falta de recursos, apenas 10% dos votos na questão sobre razões que mais influenciariam a adoção do Seis Sigma foram para a alternativa "acreditar que este traria grandes retornos financeiros", que foi a pior colocação nesta questão da pesquisa, pois este é o principal argumento lançado pelas grandes empresas para justificar a adoção do Seis Sigma, como visto na revisão bibliográfica. Novamente a justificativa para esta incoerência pode ser o relativamente baixo conhecimento que as empresas tem do Seis Sigma, ou uma descrença nos programas da qualidade.

Outra aparente contradição nesta questão é que, embora a maioria destas empresas seja subordinada aos clientes, como indica a literatura e os dados colhidos, apenas 10% dos votos foram para a imposição dos clientes e apenas uma empresa alegou que não pretende implantar o Seis Sigma porque os clientes não exigem ou não valorizam tal iniciativa. A justificativa para esta incoerência aparente pode ser a conscientização das empresas dos benefícios possíveis do Seis Sigma.

Por fim, as sugestões mais bem votadas para facilitar a adoção do Seis Sigma foram "Conscientizar a Alta Direção sobre os benefícios e requisitos do Seis Sigma" e "conscientizar os gerentes sobre as diferenças do Seis Sigma e outras metodologias", as quais vão ao encontro à hipótese.

Em resumo, têm-se argumentos fortes a favor da hipótese, pois justamente o grande número de empresas que estão indecisas sobre a adoção ou não do Seis Sigma também declara não ter conhecimento suficiente do assunto, e aceitou maciçamente as sugestões para conscientização da Alta Direção e das gerências, além de demonstrar pertencer a um grupo de empresas onde as decisões não são tomadas exclusivamente por profissionais. Em oposição, aquelas empresas que se declararam conhecedoras da metodologia demonstraram ter posições mais claras sobre se adotarão ou não o Seis Sigma, e as que optaram por adotá-lo são justamente empresas com administração profissional.
Desta forma, decidiu-se por aceitar a hipótese 1.

Hipótese 2: <u>o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da competência preexistente na empresa em condução de projetos.</u>

O principal argumento para a aceitação desta hipótese é o fato de que "falhas na gestão de projetos (falta de planejamento, liderança, informação, controle etc.)" ficou em segundo lugar na votação dos maiores obstáculos ao sucesso do Seis Sigma (16%), com o mesmo número de votos de "falta de recursos financeiros", demonstrando a relevância desta preocupação para a tomada de decisão de implantação do Seis Sigma.
Também corrobora com a aceitação da hipótese o fato de "ter pessoas mais bem preparadas para tratar de problemas complexos" ter sido uma das razões preferidas pelas empresas para decidirem pela adoção do Seis Sigma.
Contrariando a expectativa, apenas 8% dos votos na questão dos obstáculos ao sucesso do Seis Sigma foram atribuídos à "falta de capacidade dos funcionários em absorver e utilizar a metodologia". Por outro lado, 36% dos votos foram para a aceitação da afirmativa "faltam pessoas capacitadas para serem treinadas na metodologia". Este aparente contra-senso parece indicar que existem pessoas na empresa que poderiam ser treinadas para utilizar o Seis Sigma, mas não em número suficiente.
Afirmações como "somente investir naqueles que permanecerão muito tempo na empresa" e "temos receio de investir nas pessoas e elas deixarem a empresa" foram fortemente rejeitadas pelas empresas, o que demonstra uma maturidade no

entendimento da importância que o treinamento tem para a competitividade delas, e a necessidade de se fazer investimentos em qualificação de pessoal, em que pesem os recursos escassos e os riscos destes investimentos.

Da revisão bibliográfica também se pode depreender que as MPMEs brasileiras de autopeças não investem muito em novos produtos e processos, e portanto, apesar muitas possuírem a certificação ISO/TS16949:2002, que cobra das empresas certas competências no desenvolvimento de processos e produtos, a experiência existente na gestão de projetos nestas empresas pode ser insuficiente para o Seis Sigma. Pode-se também argumentar que a sugestão "incluir no Seis Sigma o DFSS", que é uma sugestão interessante para as empresas que lidam muito com projetos de produto e de processo, foi mal avaliada por este conjunto de empresas.

Resumidamente, as empresas parecem demonstrar que têm consciência da importância da gestão de projetos para o sucesso do Seis Sigma, e também da carência de pessoas competentes em número suficiente para resolver os problemas mais complexos da empresa. Desta forma pode-se inferir que a preexistência ou não de competência em gestão de projetos influirá no interesse destas empresas pela implantação ou não do Seis Sigma, e desta forma aceita-se a hipótese 2.

Hipótese 3: <u>o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende de uma flexibilização da forma como ele é implantado para ajustar os investimentos necessários às possibilidades e necessidades destas empresas.</u>

A principal razão alegada para o adiamento da implantação do Seis Sigma por aquelas empresas que cogitam fazê-lo foi a falta de pessoas capacitadas na empresa para serem treinadas na metodologia (36%), colaborando com a afirmação da literatura consultada de que estas empresas trabalham pressionadas por custos e normalmente não investem muito em treinamento formal. O segundo motivo alegado foi a falta de tempo disponível, pois a rotina já ocupa todo este tempo (32%), o que coaduna com a esperada carência de recursos humanos destas empresas. O terceiro lugar ("outros motivos" - 21%), foi justificado por 7% por "estar investindo em outros programas (5Ss, *kaizen*, TPM, sistemas de gestão)", outros 7% preferem "implantar a ISO/TS16949:2002 primeiro", que pode ser interpretado como "ter outras prioridades" ou "criar a base primeiro"; e 3,5% justificaram o

adiamento pela falta de condições financeiras. Em quarto lugar ficou "não ter como arcar com os investimentos iniciais" (11%). Todas estas razões indicam falta de recursos financeiros e, principalmente, humanos.

Dois grandes obstáculos apontados pelas empresas para o sucesso do Seis Sigma seriam a falta de tempo dos funcionários mais capacitados para participar de treinamentos e grupos de trabalho (26%) e a falta de recursos financeiros (16%).

Também, uma empresa alegou como razão para não implantar o Seis Sigma o fato de estar passando por dificuldades financeiras.

Estes números demonstram a carência de recursos para a implementação do Seis Sigma, que poderia ser compensada com uma flexibilização da metodologia, que vai ao encontro da hipótese acima.

Para avaliação das sugestões, utilizou-se a técnica da análise de agrupamentos (*cluster analysis*), com o auxílio do programa Minitab (2005), para identificar quais das sugestões apresentadas possuíam maior similaridade entre si. O resultado é ilustrado pelo diagrama em árvore (dendograma) da fig. 5.1. Deste é possível visualizar que a sugestão 1 destaca-se das demais, e que as sugestões 2 a 7 e as sugestões 8 a 13 possuem similaridade entre si, de forma que cada um destes agrupamentos pode ser tratado de forma independente. O apêndice D apresenta os parâmetros e outros resultados desta análise. O número atribuído a cada sugestão aparece na tabela 5.3.

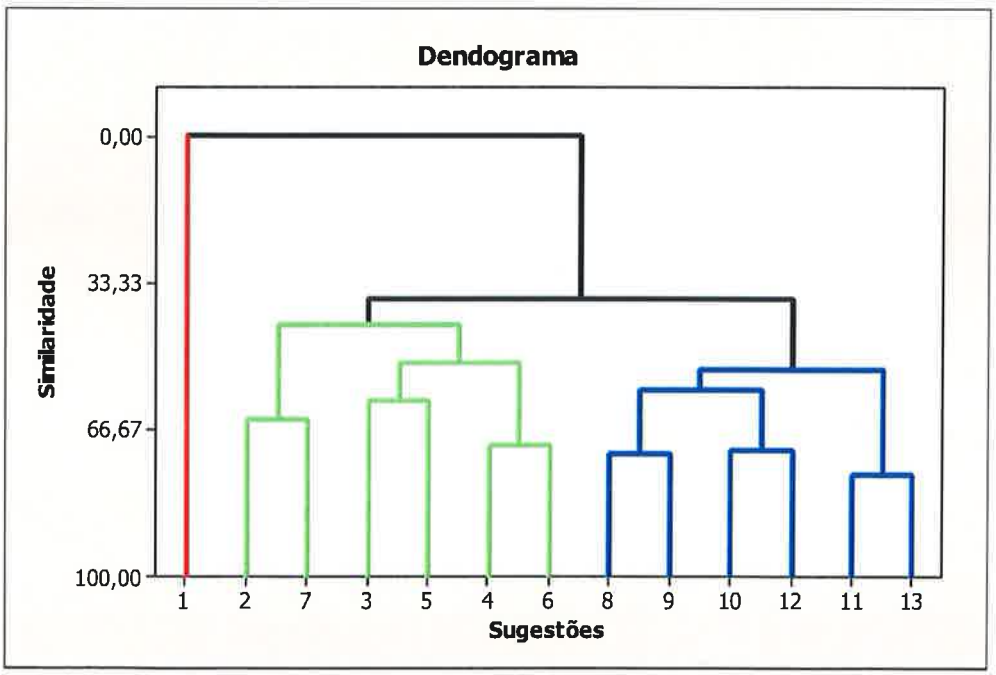

Fig. 5.1 – Grau de similaridade entre as pontuações atribuídas às sugestões. Elaborado pelo autor.

Com base neste diagrama, estabeleceram-se as categorias mostradas na Tabela 5.3:

Tabela 5.3 – Categorização das sugestões.

CATEGORIA	SUGESTÕES
SUGESTÃO MAIS DESTACADA	1 - Conscientizar a Alta Direção sobre os benefícios e requisitos do Seis Sigma.
SUGESTÕES DESTACADAS PELAS EMPRESAS	2 - Conscientizar os gerentes sobre as diferenças do Seis Sigma e outras metodologias 3 - Usar a base das metodologias da qualidade já existentes na empresa. 4 - Mesclar o Seis Sigma com o *lean manufacturing*. 5 - Começar com treinamento básico e dar novos treinamentos na medida da necessidade. 6 - Usar treinamentos *in company* com exemplos da realidade da empresa. 7 - Mesclar treinamentos abertos com treinamentos *in company* de forma adequada.
SUGESTÕES MENOS DESTACADAS PELAS EMPRESAS	8 - Ter apoio de entidades externas como SEBRAE, SINDIPEÇAS ou Universidades. 9 - Incluir no Seis Sigma o *Design for Six Sigma*. 10 - Fazer parte de um grupo de empresas que compartilham serviços de consultoria. 11 - Ter pessoas com treinamento básico e usar consultores externos. 12 - Treinamentos à distância (usando internet ou vídeos). 13 - Investir muito em treinamento apenas naqueles que permanecerão muito tempo na empresa.

As sugestões de "conscientizar a Alta Direção" e de "conscientizar a gerência" encontram ampla correspondência na bibliografia. A sugestão de utilizar a base da metodologia da qualidade existente também foi citada na bibliografia. Mesclar o Seis Sigma com a Manufatura Enxuta, como no *Lean* Seis Sigma interessou muito mais às médias empresas, provavelmente devido ao requisito das montadoras incluído na ISO/TS. Começar com treinamento básico e ampliá-lo progressivamente encontra correspondência na bibliografia consultada nas estratégias envolvendo *White Belts* e *Yellow Belts*. As sugestões de usar treinamentos fechados com exemplos da

realidade da empresa, mesclar treinamentos abertos com treinamentos fechados de forma adequada e ter apoio de entidades externas como SEBRAE, SINDIPEÇAS ou Universidades coadunam com uma necessidade de redução de custos de treinamento. A sugestão de incluir no Seis Sigma o *Design for Six Sigma* pode não ter despertado interesse pois estas empresas em geral não são projetistas dos produtos que fabricam. As sugestões de fazer parte de um grupo de empresas que compartilham serviços de consultoria e de ter pessoas com treinamento básico e usar consultores externos foram rejeitadas (talvez por representarem dependência). Usar treinamentos à distância, usando internet ou vídeos, proposta por Harry e Crawford (2004, 2005), foi também rejeitada. Por fim, investir muito em treinamento apenas naqueles que permanecerão muito tempo na empresa foi a sugestão colocada na mais baixa ordem de preferência, provavelmente por uma conscientização da empresa de que os benefícios superam os riscos.

Pelos fatos acima e levando-se em conta também que as empresas em sua maioria declararam conhecer o Seis Sigma apenas superficialmente, considera-se a classificação obtida provisória, mas indicativa das melhores práticas a seguir.

Em resumo, as empresas mostraram sua carência de recursos humanos e financeiros para a implantação do Seis Sigma nos moldes das grandes empresas, e escolheram sugestões que facilitariam, na visão delas, a introdução da metodologia, pois reduziriam os custos desta. Assim, aceitamos a hipótese 3 como verdadeira.

Hipótese 4: <u>o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da preexistência de uma cultura da qualidade (sistemas de gestão da qualidade, elementos do TQM, Manufatura Enxuta etc.) na empresa.</u>

A falta de cultura de trabalho em equipe como obstáculo ao Seis Sigma recebeu apenas 8% dos votos, demonstrando que as empresas acreditam ter esta cultura. Esta explicação é plausível porque, como citado na literatura consultada, neste tipo de empresa, as barreiras entre departamentos são mais fluídas, os níveis hierárquicos são menores e as pessoas necessitam ser mais polivalentes, o que reforça a interação entre as pessoas.

A aplicação do Teste (exato) de Fisher aos dados a seguir (Tabela 5.4), demonstrado no Apêndice C, permitiu concluir que o fato da empresa possuir a

certificação ISO/TS16949:2002 em comparação com possuir certificação ISO9001:2000 ou não ser certificada não influencia a empresa a tomar a decisão de adotar ou não o Seis Sigma.

Tabela 5.4 – Intenção de adotar o Seis Sigma em função da preexistência de um SGQ implantado.

	Não certificada	**ISO9001:2000**	**ISO/TS16949:2002**
Já adota	-	1	-
Pretende adotar	-	1	2
Talvez adote	2	5	14
Não pretende adotar	-	1	3

Embora apenas 4 empresas (13,8%) possuíssem elementos do TQM implantados/em implantação, a maioria (69,0%) considerou a preexistência do TQM como muito influente para a adoção do Seis Sigma. A maioria das empresas possui a certificação ISO/TS16949:2002 (65,5%), e destas 55,2% (a maioria) consideraram-na muito influente para a decisão de se implantar o Seis Sigma, além de 13,8% que consideraram-na pouco influente, e somente 20,7% das empresas consideraram-na sem influência. Com relação à ISO9001:2000, 34,5% das empresas são certificadas conforme esta norma, e cerca de um terço das empresas (34,4%) consideraram muito influente a preexistência desta para a adoção do Seis Sigma. Também 20,7% das empresas consideraram pouco influente a preexistência da ISO9001:2000 e 17,2% das empresas a consideraram sem influência. Quase um terço das empresas (27,5%) não responderam à questão sobre a influência da preexistência da ISO9001:2000 para a adoção do Seis Sigma. Apenas uma empresa, que afirmou conhecer razoavelmente bem o Seis Sigma, justificou a sua não adoção por já ter implementado ferramentas do TQM.

Estes números demonstram que as empresas reconhecem como influentes na decisão de adoção do Seis Sigma a preexistência de programas da qualidade, em especial aqueles que se baseiam nas metodologias mais próximas do Seis Sigma (TQM, ISO/TS16949:2000 e ISO9001:2000, na ordem), mas na prática a preexistência de certificações ISO9001:2000 ou ISO/TS16949:2002 não fez com que as empresas decidissem pela adoção do Seis Sigma.

Dado o baixo número de empresas que implantaram outras metodologias (nenhuma empresa utilizou reengenharia, 4 empresas implantaram/estão implantando a manufatura enxuta), não é permissível tirar conclusões sobre a influência destas metodologias na adoção do Seis Sigma. O fato de nenhuma empresa pesquisada ter utilizado reengenharia justifica-se com base na literatura, que afirma já serem estas empresas enxutas e orientadas ao cliente.

Usar a base das metodologias da qualidade já existentes na empresa foi a segunda opção mais bem votada, principalmente pelas médias empresas, justamente as que mais utilizaram o TQM e as que mais possuem certificações ISO/TS16949:2002.

Nenhuma empresa colocou entre as razões para não adotar a metodologia o fato de ter tido experiências negativas na implantação de outros programas da qualidade.

Nesta questão, ficou claro que as empresas já têm uma cultura da qualidade implantada, e reconhecem que esta cultura preexistente é influente na decisão de se adotar o Seis Sigma, mas que esta condição é necessária, porém não suficiente.

Também as empresas não demonstraram ter preconceitos contra o Seis Sigma, causado por dificuldades de implantação de programas da qualidade anteriores, mas pelo contrário, são amplamente a favor de se utilizar a base destas metodologias na implantação do Seis Sigma.

Face aos números obtidos, a hipótese foi aceita.

5.4 Resumo da discussão

A análise dos dados coletados permitiu considerar a amostragem válida para um estudo exploratório. Para avaliar as hipóteses, procurou-se cruzar os resultados da pesquisa bibliográfica com os dados da pesquisa empírica, e também se lançou mão, onde aplicável e adequado, de estatística dedutiva e inferencial. As hipóteses foram todas consideradas plausíveis e foram aceitas, mesmo considerando o relativo desconhecimento da matéria pelas empresas e a quantidade relativamente pequena de empresas na amostra. Foi possível ainda avaliar quais das sugestões apresentadas mais agradaram as empresas participantes.

6 CONCLUSÕES

6.1 Conclusões finais

Ao longo desta dissertação procurou-se entender quais fatores influenciam as MPMEs de autopeças nacionais a adotarem (ou não) o Seis Sigma, para poder propor alternativas e soluções que facilitem e incentivem seu uso.

As MPMEs possuem características próprias, sendo que algumas delas afetam muito este tipo de decisão: o tipo de administração (em geral não profissional, centralizadora e receosa de investir na empresa), a menor disponibilidade de recursos e a menor divisão do trabalho. A bibliografia mostra que estas empresas têm alta taxa de mortalidade e, em geral, somente sobrevivem e prosperam em nichos de mercado, redes cooperativas ou subordinadas a grandes clientes. Mesmo assim, estas empresas são a grande maioria das empresas brasileiras e têm grande importância econômica, e o Brasil é um dos países onde é maior a geração de novos negócios a cada ano.

O setor de autopeças no Brasil é dinâmico e importante para a economia, e é composto em grande parte por MPMEs. No entanto, as MPMEs nacionais, no cinqüentenário do grande impulso dado a estas pelo governo Juscelino Kubitschek, estão sofrendo um processo desnacionalização por falta de competitividade frente a grandes empresas nacionais e, principalmente, multinacionais, sendo adquiridas, fechadas ou alijadas do mercado devido às exigências crescentes de qualidade, prazo e custo das montadoras. A estas tem restado fornecer apenas a outras autopeças (sistemistas) itens de baixo conteúdo tecnológico, com menor valor agregado, ou apenas para o mercado de reposição, onde competem basicamente no preço.

Além de contribuir para o conhecimento da metodologia, esta pesquisa teve também interesse de buscar oferecer sugestões que facilitassem a adoção do Seis Sigma por estas empresas, acreditando que com isso estas empresas possam melhorar sua competitividade.

O Seis Sigma vem sendo disseminado entre as grandes empresas, motivadas por relatos de grandes retornos financeiros, mas o mesmo não acontece entre as MPMEs no Brasil e no exterior, a denotar pelas poucas publicações sobre o tema. Esta pesquisa demonstrou que a maioria das MPMEs nacionais de autopeças conhece apenas superficialmente o Seis Sigma e são ainda raros os casos de implantação desta entre elas.

O Seis Sigma originou-se do TQM e incorporou conceitos da Manufatura Enxuta e da reengenharia. Os conceitos do Seis Sigma envolvem o forte compromisso e participação da Alta Direção no processo, o estabelecimento de projetos alinhados com as diretivas estratégicas da empresa, o estabelecimento de uma equipe especialmente treinada e dedicada a estes projetos e uma adequada gestão destes projetos. O Seis Sigma gerou duas vertentes conhecidas: o *Lean* Seis Sigma, onde o Seis Sigma mescla-se fortemente com a Manufatura Enxuta para reunir qualidade e velocidade; e o DFSS, onde o Seis Sigma é mais voltado a desenvolvimento de novos produtos e processos.

A Manufatura Enxuta originou-se no mercado automotivo, e a bibliografia aponta que este vem se tornando comum entre as autopeças nacionais, sendo detectadas na amostragem empresas que o utilizam. Estes fatos explicam o interesse demonstrado pelas empresas amostradas na união do Seis Sigma com a Manufatura Enxuta.

Se de um lado não foram encontrados casos de empresas que utilizaram a reengenharia entre aquelas da amostra (talvez por essas já serem, na teoria, orientadas ao cliente e terem estrutura enxuta), de outro, os sistemas de gestão da qualidade são praticamente uma unanimidade. A quase totalidade das empresas é certificada, a maioria conforme a ISO/TS16949:2002, e muitas conforme a ISO9001:2000. A ISO9001:2000 contém elementos do TQM e a abordagem de processos, comum à reengenharia. A ISO/TS16949:2002 contém a ISO9001:2000 e outros requisitos das montadoras, principalmente o uso de ferramentas estatísticas e da qualidade e incentivo para uso da Manufatura Enxuta. Assim, o Seis Sigma encontra correspondência com os Sistemas de Gestão, principalmente com a ISO/TS16949:2002.

Também foram encontrados na amostra casos de empresas que possuem elementos do TQM implantados.

A literatura já relata casos de aplicação do Seis Sigma em empresas de autopeças fora do Brasil, e os autores alertam para a necessidade de se respeitar a cultura da qualidade existente (vale dizer a ISO/TS16949:2002) nestas empresas ao se introduzir o Seis Sigma.

A partir da pesquisa bibliográfica, foram estabelecidos quatro fatores que a princípio determinariam o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na adoção do Seis Sigma:

a. a conscientização da Direção da empresa;
b. a competência preexistente em gestão de projetos;
c. o volume de recursos disponíveis; e
d. a cultura da qualidade preexistente.

Com estes fatores em mãos foi construído um referencial teórico, onde quanto maiores estes fatores, maior o interesse das empresas no Seis Sigma e deste referencial foram derivadas as seguintes hipóteses, como forma de avaliar o modelo proposto:

- o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da conscientização da Direção destas;
- o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da competência preexistente na empresa em condução de projetos;
- o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende de uma flexibilização da forma como ele é implantado para ajustar os investimentos necessários às possibilidades e necessidades destas empresas;
- o interesse das MPMEs brasileiras de autopeças na implantação do Seis Sigma depende da preexistência de uma cultura da qualidade (sistemas de gestão da qualidade, elementos do TQM, Manufatura Enxuta etc.) na empresa.

A pesquisa baseou-se em um *survey*, que utilizou um questionário com perguntas relacionadas às hipóteses acima, que foi enviado a 249 empresas, das quais 29 (12,2%) retornaram o questionário e se enquadraram nos critérios de MPMEs brasileiras de autopeças, sendo considerada esta taxa de retorno suficiente para um estudo exploratório. A amostra foi considerada válida frente à distribuição geográfica, de porte e outras características encontradas na amostra e esperadas

da população. Importante afirmar que a amostra foi voluntária, ou seja, que pode haver distorções das conclusões obtidas, uma vez que não se conhecem as respostas das empresas que não quiseram participar da pesquisa, limitando as conclusões apenas ao universo de empresas participantes desta pesquisa. Os dados coletados foram analisados por meio de técnicas de estatística descritiva e inferencial. Os resultados permitiram concluir que:

- grande parte das empresas na amostra tinha administração familiar ou mista;
- as médias empresas dependem mais do fornecimento às montadoras que as pequenas, que dependem mais do mercado de reposição, mas ambas exportam. Este resultado concorda com a pesquisa bibliográfica;
- a grande parte das empresas conhece apenas superficialmente o Seis Sigma. Este resultado é semelhante ao verificado em outros paises, como visto na pesquisa bibliográfica;
- a maior parte das empresas ainda não se posicionou com relação à adoção ou não do Seis Sigma, o que se atribuí ao conhecimento superficial que estas ainda tem da metodologia;
- poucas empresas (13,8%) já haviam decido não adotar o Seis Sigma, e os motivos alegados para tal foram variados;
- apenas uma empresa (3,4%), de pequeno porte, alegou já estar implantando o Seis Sigma;
- poucas empresas (10,3%), todas de médio porte, administradas profissionalmente e fornecedoras de montadoras já se decidiram por implantar o Seis Sigma;
- as principais razões declaradas pelas empresas que cogitam implantar o Seis Sigma para ainda não o terem feito foram: a falta de pessoas capacitadas na empresa para serem treinadas na metodologia e a falta de tempo disponível, pois a rotina já ocupa todo este tempo. Estas razões diferiram, na ordem, daquelas encontradas em pesquisas realizadas no estrangeiro, onde os principais motivos foram: o desconhecimento da metodologia, a insuficiência de recursos, acreditarem que lhes bastava o SGQ implantado, a não valorização da metodologia pelos clientes e por não perceberem benefícios em sua adoção;
- as razões declaradas como mais importantes na decisão por adotar a metodologia Seis Sigma foram: ter um diferencial competitivo frente aos

concorrentes, tornar as pessoas da empresa mais bem preparadas para resolver problemas complexos, e a promessa de melhorar drasticamente os processos;

- os maiores obstáculos para o sucesso do Seis Sigma, na opinião das empresas pesquisadas, na ordem, foram: a falta de tempo dos funcionários mais capacitados para participar de treinamentos e grupos de trabalho; a falta de recursos financeiros; falhas da gestão dos projetos; a falta de um sistema de medição de desempenho e de premiação por resultados; e a falta de planejamento estratégico e visão de médio/longo prazo. Na pesquisa da literatura, os fatores apontados como inibidores do sucesso do Seis Sigma implantado foram: falta de liderança, treinamento/orientação insuficiente, resistência interna, falta de recursos, má seleção de projetos e falta de conhecimento da metodologia. Estas pesquisas também apontaram como os principais fatores de sucesso do Seis Sigma em MPMEs o compromisso e envolvimento da Alta Direção; conhecer os requisitos (CTQs) dos clientes; ligar o Seis Sigma à estratégia de negócios, a compreensão da metodologia e a gestão dos projetos.
- As sugestões preferidas pelas empresas para facilitar a adoção do Seis Sigma foram: conscientizar a Alta Direção sobre os benefícios e requisitos do Seis Sigma; conscientizar os gerentes sobre as diferenças do Seis Sigma e outras metodologias; usar a base das metodologias da qualidade já existentes na empresa; mesclar o Seis Sigma com a Manufatura Enxuta (esta opção interessou muito mais às médias empresas, provavelmente por estar relacionada com o requisito das montadoras incluído na ISO/TS); começar com treinamento básico e dar novos treinamentos na medida da necessidade; usar treinamentos fechados com exemplos da realidade da empresa; mesclar treinamentos abertos com treinamentos fechados de forma adequada; e ter apoio de entidades externas como SEBRAE, SINDIPEÇAS ou Universidades. O DFSS não interessou a estas empresas, que normalmente não realizam desenvolvimentos.
- As empresas consideraram como influentes na decisão de se implantar o Seis Sigma a preexistência do TQM, da ISO/TS16949:2002 e da ISO9001:2000, nesta ordem.

Com relação às hipóteses feitas, todas foram aceitas, embora as empresas demonstrassem relativo desconhecimento da metodologia, mas as evidências coletadas apontam para a validade das hipóteses.

Contribuiu para a aceitação da primeira hipótese, a de que a conscientização a Direção (do empresário) da empresa afeta a decisão da empresa de implementar o Seis Sigma, o fato do relativo desconhecimento da metodologia pela Alta Direção das empresas coincidir com o grande número de empresas que não se decidiram pela adoção ou rejeição da metodologia e, entre aquelas empresas que declararam ter conhecimento razoável do Seis Sigma, foi possível perceber que havia uma proporção maior de empresas que já haviam decidido se adotariam ou não a metodologia. Aquelas empresas que já haviam decidido adotar o Seis Sigma têm em comum o fato de todas serem empresas de médio porte, possuírem administração profissional e fornecerem diretamente a montadoras. Também contribuiu o fato de terem sido muito votadas as sugestões de conscientizar a Alta Direção dos requisitos e benefícios do Seis Sigma e os gerentes das diferenças entre o Seis Sigma e outras metodologias, mostrando ser bem vinda a conscientização nestes níveis decisórios. Não foi possível afirmar que houvesse diferença entre o conhecimento da metodologia demonstrado pelas pequenas e pelas médias empresas, portanto não se pode distinguir a conscientização das empresas pelo porte delas. As empresas demonstraram interesse pelo Seis Sigma principalmente se este vier a se transformar em um diferencial competitivo frente aos concorrentes, preparar melhor as pessoas para lidar com problemas complexos, poder ser aplicada a processos administrativos e de manufatura e, também, para melhorar drasticamente os processos, o que demonstra a conscientização da necessidade de se melhorar a competitividade. Apenas 10% das empresas esperam do Seis Sigma grande retorno financeiro, diferente do induzido pela literatura. Apesar do conhecimento superficial com relação ao Seis Sigma, nenhuma empresa justificou a decisão de não implementar a metodologia por acreditar ser ela destinada apenas a grandes empresas, por acreditar que os problemas da empresa não possam ser solucionados pela metodologia, por acreditar que o retorno será apenas no longo prazo ou devido a experiências negativas na adoção de outras metodologias semelhantes. Também, poucas empresas afirmaram que só implantariam o Seis Sigma por imposição dos clientes, diferindo do encontrado em pesquisas realizadas no exterior.

A segunda hipótese, de a competência preexistente em gestão de projetos ser influente na decisão de adoção do Seis Sigma encontrou respaldo na questão da pesquisa sobre os maiores obstáculos ao sucesso do Seis Sigma, onde falhas na gestão de projetos (falta de planejamento, liderança, informação, controle etc.) foi bem votado. Também contribuiu a forte votação recebida pela opção "ter pessoas mais bem preparadas para tratar de problemas complexos" como uma das razões preferidas pelas empresas para decidirem pela adoção do Seis Sigma. Estas empresas parecem demonstrar não possuir pessoas competentes em gestão de projetos o suficiente para iniciar o esforço do Seis Sigma, mas demonstram perceber esta necessidade de preparar pessoas, e vêem o investimento no Seis Sigma como uma saída para isso, não temendo os riscos de perder estas pessoas para concorrentes e outros segmentos. O conjunto destas evidências fez com que a hipótese fosse considerada válida.

A aceitação da terceira hipótese, de que adaptações ao Seis Sigma tradicional para que este pudesse ser utilizado por estas empresas de menores recursos, balizou-se nas votações em "falta de pessoas capacitadas na empresa para serem treinadas na metodologia" e de "falta de tempo aos funcionários para participarem das atividades do Seis Sigma devido à rotina", que significam carência de recursos humanos, complementado com as votações em sugestões que viabilizam a participação das pessoas no processo e reduzem os custos da implantação. Com relação à falta de recursos financeiros, que é citada nas pesquisas estrangeiras como uma das razões de não implantação e de insucesso do Seis Sigma, esta foi admitida apenas por poucas empresas e, além disso, poucas justificaram o adiamento da implantação do Seis Sigma por não terem como arcar com os investimentos iniciais, porém pode-se entender que a reiterada alegação de falta de recursos humanos, em última análise, é também falta de recursos financeiros. As empresas pesquisadas rejeitaram as sugestões que incluem a dependência de consultores externos e o uso de treinamento à distância (internet, vídeo).

A aceitação da quarta hipótese, de que a preexistência de uma cultura da qualidade induz à adoção do Seis Sigma, baseou-se no fato das empresas afirmarem na pesquisa que a preexistência do TQM, ISO/TS16949:2002 e ISO9001:2000, nesta ordem, influenciam muito no interesse pela adoção do Seis Sigma e também no fato das empresas demonstrarem interesse na sugestão de usar a base das metodologias da qualidade já existentes na empresa, na implantação do Seis

Sigma. Ainda, apenas uma empresa entre aquelas da amostra alegou que dispensa a implementação do Seis Sigma por já dispor de elementos do TQM implementados. Nenhuma empresa colocou entre as razões para não adotar a metodologia o fato de ter tido experiências negativas na implantação de outros programas da qualidade. As empresas rejeitam a afirmação de que há falta de trabalho em equipe.

Com a aceitação destas hipóteses, valida-se também o referencial conceitual e, portanto, os fatores listados acima podem ser considerados os que de fato influenciam na adoção do Seis Sigma por MPMEs brasileiras de autopeças. Desta forma, pode-se propor o seguinte:

- as MPMEs brasileiras de autopeças que não se decidiram ainda quanto à implantação do Seis Sigma deveriam primeiramente fazer sua auto-avaliação frente aos fatores acima, e verificar se é necessário primeiramente conscientizar a Direção, buscar pessoas com experiência em projetos de melhoria ou mudar a cultura para a qualidade existente.
- O Seis Sigma para MPMEs brasileiras de autopeças deve ter a característica de poder se amoldar ao sistema de gestão da qualidade implantado, focar também a Manufatura Enxuta e permitir formas variadas de treinamento, como treinamentos fechados focando a realidade da empresa, com treinamentos abertos, e utilizar apoio de entidades de classe e universidades. A formação da equipe e concomitante escolha de projetos em bases progressivas (WB, YB, GB e BB), na medida da necessidade e de modo "sustentável", ou seja, conforme surgirem os resultados, é uma alternativa bem aceita entre as empresas amostradas, e recorrente na literatura consultada. O DFSS para estas empresas não parece adequado, a princípio, bem como a dependência demasiada de consultorias externas.
- Entidades interessadas na implantação do Seis Sigma, como sindicatos patronais, instituições de apoio às empresas e universidades, com base nestas conclusões, podem elaborar avaliações da situação de cada empresa frente aos fatores e propor ações que possibilitem a estas empresas criar as bases para a implantação com sucesso do Seis Sigma.

A metodologia (*survey*) utilizada mostrou-se adequada ao tipo de pesquisa, permitindo a obtenção de dados valiosos e a utilização de métodos estatísticos de análise. No entanto, esta revelou ser de difícil execução prática, pois exigiu uma

grande quantidade de tempo e esforço para seleção das empresas a serem pesquisadas, elaboração de ferramenta adequada à pesquisa, envio dos questionários e cobrança das respostas, resultando ao final em uma quantidade de respostas válidas que não permitiu a generalização das conclusões. O uso de métodos estatísticos de análise permitiu formular conclusões que de outra forma poderiam ser interpretadas de forma diferente ou serem confundidas com meras especulações.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para facilitar a adoção desta metodologia por parte das empresas que compõe este importante segmento da economia brasileira, e com isto auxiliá-las a melhorar sua competitividade, por meio dos benefícios oriundos da implantação do Seis Sigma.

6.2 Discussões futuras

Novos estudos baseados no referencial proposto podem avaliar melhor o impacto dos fatores propostos, se possível envolvendo dois grupos de controle, empresas que possuem estes fatores em alto nível e empresas que os possuem em baixo nível e comparar os resultados do interesse na adoção do Seis Sigma.

Estudos envolvendo MPMEs nacionais de autopeças que já implantaram o Seis Sigma também poderão revelar mais sobre estes fatores e se existem outros fatores envolvidos.

Entrevistas semi-estruturadas poderão ser empreendidas com estas empresas para aprofundar os conhecimentos sobre a realidade destas em relação ao Seis Sigma.

Um ponto interessante a ser abordado em futuras pesquisas seria o da influência da capacidade preexistente na condução de projetos no sucesso da implantação do Seis Sigma em MPME nacionais de autopeças, uma vez que nesta pesquisa verificou-se que esta preexistência afeta o interesse das empresas na implantação do Seis Sigma. As MPMEs, diferente das grandes, que possuem quadros maiores e mais diversificados, podem não ter entre seus colaboradores pessoas com experiência em gestão de projetos, e isto pode ser muito importante para o sucesso do Seis Sigma em organizações deste tipo, que dispõe de poucos recursos e necessitam de retorno rápido.

Outros estudos poderiam abordar outros ramos de negócios onde houvesse grande número de MPMEs necessitando melhorar sua competitividade, tal como o têxtil, eletro-eletrônico, calçadista, cosméticos etc., para comparar a influência dos fatores levantados neste estudo entre setores da economia.

Também as grandes empresas, nacionais e multinacionais, que ainda não adotaram o Seis Sigma poderiam ser objeto de estudo semelhante ao realizado neste trabalho, de maneira a determinar-se os fatores de inibição e melhores sugestões para facilitar esta adoção.

Embora o rigor metodológico tenha norteado este trabalho, não foi possível realizá-lo com o uso de amostragem estatística, de forma que não foi possível extrapolar seus resultados para toda a população-objeto. Desta forma, novos estudos valendo-se do recurso da amostragem estatística permitiriam a generalização das conclusões e validar os resultados preliminares obtidos.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário

Parte 1: Perfil da empresa

1.1.Razão Social:
1.2.Origem do capital: nacional ☐ majoritariamente nacional ☐ misto ☐ estrangeiro ☐ majoritariamente estrangeiro
1.3.A empresa é uma divisão ou subsidiária de uma empresa maior? Sim ☐ Não
1.4.Número de empregados: até 19 ☐ 20 a 99 ☐ 100 a 499 ☐ acima de 500
1.5.Tipo de empresa: predominantemente manufatureira ☐ predominantemente prestadora de serviços outro. Explicar:_____
1.6.Localização: São Paulo (capital) Grande São Paulo (exceto ABCD) ☐ ABCD ☐ interior de São Paulo ☐ outros Estados (exceto São Paulo)
1.7.Linha de produtos:
1.8.Tipo de administração: Familiar (o principal executivo é o proprietário da empresa e membros da família ocupam cargos de alto escalão, a ascensão profissional de não familiares é limitada) ☐ Profissional (o principal executivo é um profissional contratado e os cargos de alto escalão são também preenchidos por profissionais, os proprietários se fazem representar principalmente no Conselho Administrativo da empresa, a ascensão aos cargos mais altos depende principalmente do mérito do profissional) ☐ Mista (parte familiar e parte profissional)

1.9.Mercados de atuação:
☐ Montadoras/autopeças
☐ Reposição de autopeças
☐ Exportação de autopeças
☐ Outros. Quais:_____

Parte 2: Avaliação da intenção da Direção em investir em um Programa Seis Sigma.

2.1 A Direção da empresa conhece o programa Seis Sigma?
Sim, superficialmente.
Sim, com razoável conhecimento.
Não.

2.2 A Direção pretende adotar o programa Seis Sigma na empresa?
NÃO, não temos intenção de adotá-lo em nossa empresa.
SIM, temos intenção de adotá-lo em nossa empresa.
TALVEZ, pois não há uma decisão tomada sobre o assunto.
Já o adotamos em nossa empresa.

2.3 Se a resposta à questão 2.2 foi "NÃO", por favor indique as razões (mais de uma alternativa pode ser assinalada):
acreditamos que nossos problemas não podem ser resolvidos por esta metodologia.
acreditamos que retorno seria menor que o desejado.
tivemos experiências negativas na adoção de outros programas semelhantes.
acreditamos ser tal programa apenas para grandes empresas.
acreditamos que o retorno será a longo prazo, e portanto não há interesse.
os clientes não solicitaram ou não valorizam tal programa.
já adotamos outras metodologias semelhantes e esta não é necessária. Qual?-_____
_____
outros motivos. Descrevê-los:_____

2.4 Se a resposta à questão 2.2 foi "SIM" ou "TALVEZ", por favor elenque as razões pelas quais ainda não foi iniciado o Programa Seis Sigma em sua empresa (mais de uma alternativa pode ser assinalada):
a rotina nos toma todo tempo disponível e, portanto, não temos como implantá-lo
faltam pessoas capacitadas na empresa para serem treinadas na metodologia.
temos receio em investir nas pessoas e elas deixarem a empresa
não temos como arcar com os investimentos iniciais.

outros motivos. Descrevê-
los:_____

2.5 Quais razões, na sua opinião, influenciariam sua empresa a decidir por adotar a metodologia Seis Sigma? (mais de uma alternativa pode ser assinalada):

nada nos faria interessar pelo programa Seis Sigma

a promessa de grandes retornos financeiros

a promessa de melhorar drasticamente nossos processos.

o fato de poder ser aplicada tanto na manufatura quanto nos processos administrativos.

tornar as pessoas da empresa mais bem preparadas para resolver problemas complexos.

ter um diferencial competitivo frente aos nossos concorrentes (razões de mercado)

a imposição dos clientes

outros.

Citar:_____

Parte 3: avaliação dos obstáculos à implantação e de possíveis soluções para adoção do Seis Sigma pela empresa.

3.1 Uma vez que a Direção tenha optado por implantar o Programa Seis Sigma, quais seriam na sua opinião os maiores obstáculos para o sucesso do Programa ? (mais de uma alternativa pode ser assinalada):

falta de recursos financeiros

falta de tempo dos funcionários mais capacitados para participar de treinamentos e grupos de trabalho

□ falhas da gestão dos projetos (falta de planejamento, liderança, informação, controle etc.)

□ falta de capacidade dos funcionários em absorver e utilizar a metodologia

falta de cultura de trabalho em equipe

falta de planejamento estratégico e visão de médio/longo prazo

falta de um sistema de medição de desempenho e de premiação por resultados

outro(s).

Citar:_____

3.2. Por favor, ordene as sugestões que mais lhe agradariam para facilitar a adoção do programa Seis Sigma em sua empresa (1-a melhor, 2-a segunda melhor, 3-a terceira melhor, etc.). Deixe em branco os que não lhe agradarem ou para os quais não tem opinião formada.

_____ só investir muito em treinamento naqueles que permanecerão muito tempo na empresa

_____ começar com treinamento básico e dar novos treinamentos na medida da necessidade

_____ ter pessoas na empresa com treinamento básico apenas e usar consultores externos

_____ mesclar adequadamente treinamentos abertos com treinamentos *in company*

_____ usar treinamentos à distância (internet ou vídeos)

_____ usar treinamentos *in company* com exemplos da realidade da empresa

_____ ter apoio de entidades externas como SEBRAE, SINDIPEÇAS ou Universidades

_____ fazer parte de um grupo de empresas que compartilham serviços de consultoria

_____ mesclar o Seis Sigma com o *lean manufacturing*

_____ incluir no Seis Sigma o DFSS (*Design for Six Sigma*)

_____ usar a base dos Programas de Qualidade já existente na empresa

_____ conscientizar a Alta Direção sobre os benefícios e requisitos do Seis Sigma

_____ conscientizar os Gerentes sobre as diferenças do Seis Sigma e outros Programas

_____ Outras.

Citar:_____

Parte 4: Avaliação do impacto da preexistência na empresa de outros Programas da Qualidade no interesse da Direção pela adoção do Seis Sigma.

4.1. Dê sua opinião sobre a influência da existência atual na empresa de outros Programas da Qualidade para sua decisão de se adotar o programa Seis Sigma na empresa?

A preexistência da ISO9001:2000 incentiva: Muito ☐ Pouco ☐ Não tem influência

A preexistência da ISO/TS16949 incentiva: Muito ☐ Pouco ☐ Não tem influência

A preexistência de elementos de Qualidade Total (PDCA, Custos da Qualidade, CCQs, programa de sugestões, *kaizen*, CEP, 5S's, envolvimento dos fornecedores, etc.), incentiva: Muito ☐ Pouco ☐ Não tem influência

4.2 Assinale os programas de melhoria de qualidade/produtividade já implantados ou em implantação em sua empresa (mais de uma alternativa pode ser marcada).

ISO 9001:2000. Certificado desde:_____
ISO/TS16949:2002. Certificado desde:_____
TQM ou Qualidade Total.
Reengenharia
Seis Sigma / DMAIC
Lean manufacturing / manufatura enxuta
Outro.
Citar:_____

Nome do respondente:		
Cargo do respondente:		
Departamento do respondente:		
Tel.:	e-mail:	Data da resposta:
OBS.:		
Deseja receber o resultado da pesquisa? Sim ☐ Não		

Agradecemos sua colaboração em responder ao questionário.

APÊNDICE B - Empresas para as quais o questionário foi enviado

Empresa	Cidade	Estado
3-RHO Interruptores Automotivos Ltda.	Brusque	SC
ABR Indústria e Comércio de Auto Peças Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Aço Santo Ernane Ltda.	Belo Horizonte	MG
Açotecnica S/A. Indústria e Comércio	Jandira	SP
Agrostahl S/A. Indústria e Comércio	Mairinque	SP
Airzap Indústria e Comércio Ltda.	Limeira	SP
Alpino Indústria Metalúrgica Ltda.	Jundiaí	SP
Alujet Industrial e Comercial Ltda.	Vinhedo	SP
Amemiya Indústria Mecânica Ltda.	São Paulo	SP
Ampri Indústria e Comércio Ltda.	Guarulhos	SP
Anroi Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Aplic Comércio e Indústria de Auto Peças Ltda.	Barueri	SP
Arca Indústria e Comércio de Retentores Ltda.	Jaboticabal	SP
Arnaldo Pollone Indústria e Comércio Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Aro Estamparia e Ferramentaria Mecânica Ltda.	São Paulo	SP
Asbrasil S/A.	São Bernardo do Campo	SP
Atelier Mecânico Morcego Ltda.	Guarulhos	SP
Atemis Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
Axmol industrial Ltda.	Guarulhos	SP
Basso Componentes Automotivos Ltda.	São Paulo	SP
Bastien Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
Bejol Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Big Rodas Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Bortali & Bortali Importação Exportação e Representação Ltda.	São Paulo	SP
Branil Juntas Indústria e Comércio Ltda.	Itaquaquecetuba	SP
Brasfreios Industrial de Minas Ltda.	Itaquaquecetuba	SP
Bras-Mol Indústria e Comércio de Molas Ltda.	Itaquaquecetuba	SP
Brassinter S/A. Indústria e Comércio	São Paulo	SP
Budai Indústria Metalúrgica Ltda.	Jandira	SP
Butuem Indústria de Auto Peças Ltda.	São Paulo	SP
Cabel Industrial Ltda.	Santana de Parnaíba	SP
Caribor Tecnologia da Borracha Ltda.	Joinville	SC
Case Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
Centauro Indústria e Comércio Ltda.	Guarulhos	SP
Cerri Indústria Metalúrgica Ltda.	Londrina	PR
Chris-Cintos de Segurança Ltda.	São Paulo	SP
Ciamet Comércio e Indústria de Artefatos de Metal Ltda.	São Paulo	SP
Cinpal - Cia. Industrial de Peças Para Automóveis	Taboão da Serra	SP
CIP Companhia Industrial de Peças	Guarulhos	SP
Cofran Indústria de Auto Peças Ltda.	São Caetano do Sul	SP
Copam - Componentes de Papelão e Madeira Ltda.	Ribeirão Pires	SP
Decar Autopeças Ltda.	São Paulo	SP
Delphia Produtos Elétricos Ltda.	Diadema	SP
Detroit Plásticos e Metais Ltda.	Diadema	SP
Dimetic Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
Domoral Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
DPF Auto Peças Ltda.	Cajamar	SP
Driveway Indústria Brasileira de Auto Peças Ltda.	São Paulo	SP
Duroline S/A.	Caxias do Sul	RS
Efrari Indústria e Comércio Imp. e Exp. de Autopeças Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Electrocast Indústria e Comércio Ltda.	Nova Odessa	SP
Elice Indústria e Comércio Ltda. (Maxiis)	Salto	SP
Elismol Indústria Metalúrgica Ltda.	Diadema	SP
Ellen Metalúrgica e Cromeação Ltda.	Caieiras	SP
Enerbrax Acumuladores Ltda.	Bauru	SP
Engrecon S/A.	Santana de Parnaíba	SP
Engretécnica Indústria e Comércio Ltda.	Carapicuíba	SP
Estamparia e Molas Expandra Ltda.	Itupeva	SP

Fabaraço Indústria de Arames e Molas Ltda.	Igaratá	SP
Fabraço Indústria e Comércio Ltda.	Osasco	SP
Fábrica Boechat Ltda.	Itaperuna	RJ
Fábrica de Máquinas e Equipamentos Fameq Ltda.	São Paulo	SP
Facobras Indústria e Comércio Ltda.	Barueri	SP
Fanavid Fábrica Nacional de Vidros de Segurança Ltda.	Guarulhos	SP
Fania - Fábrica Nacional de Instrumentos p/ Autoveículos Ltda.	São Paulo	SP
Faparmas Torneados de Precisão Ltda.	Diadema	SP
Farois Vinco Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Feeder Indústrial Ltda.	São Paulo	SP
Fibam Companhia Industrial	São Bernardo do Campo	SP
Filoauto Indústria e Comércio Ltda.	Indaiatuba	SP
Filparts Filtros e Peças Ltda.	Guarulhos	SP
Formtap Indústria e Comércio S/A.	Diadema	SP
Freios Farj Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Fupresa S/A.	Indaiatuba	SP
Garma Indústria e Comércio de Autopeças Ltda.	São Paulo	SP
Godks Indústria de Plásticos Ltda.	Diadema	SP
Granero Limpadores de Parabrisas Ltda.	São Paulo	SP
Grua Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
HL Eletro Metal Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
HT Componentes Automotivos Ltda.	São Paulo	SP
Huziteka Estamparia de Metais Ltda.	Itu	SP
IBCA Indústria Metalúrgica Ltda.	Osasco	SP
Icape Indústria Campineira de Peças Ltda.	Campinas	SP
Igasa S/A. Indústria e Comércio de Auto Peças	São José dos Pinhais	PR
Igpecograph Indústria Metalúrgica Ltda.	Diadema	SP
Ikro Componentes Automotivos Ltda.	Canoas	RS
IKS Indústria de Cabos Ltda.	Salto	SP
IMCE - Indústria Mecânica, Comércio e Exportação Ltda.	São Paulo	SP
Indab Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
Indaru Indústria e Comércio Ltda.	Itu	SP
Indebras Indústria Eletromecânica Brasileira Ltda.	São Paulo	SP
Indisa Equipamentos Industriais Ltda.	Campinas	SP
Indústria Auto Metalúrgica S/A.	São Paulo	SP
Indústria de Artefatos de Borrachas e Plásticos Paranoá Ltda.	Diadema	SP
Indústria de Autopeças Schuck Ltda.	São Leopoldo	RS
Indústria de Borrachas NSO Ltda.	Joinville	SC
Indústria de Peças para Automóveis Steola Ltda.	Guarulhos	SP
Indústria de Radiadores Eliman Ltda.	Pelotas	RS
Indústria de Radiadores Nobre Ltda.	São João de Meriti	RJ
Indústria e Comércio de Auto Peças Rei Ltda.	Cajuru	SP
Indústria e Comércio de Autopeças Drucklager Ltda.	Campo Limpo Paulista	SP
Indústria e Comércio de Juntas Universal Ltda.	Ibiporã	PR
Indústria e Comércio Pizzoli Ltda.	Guarulhos	SP
Indústria Eletrônica Bergson Ltda.	Osasco	SP
Indústria Marilia de Auto Peças S/A.	Guarulhos	SP
Indústria Mecânica Néia Ltda.	Guarulhos	SP
Indústria Metalplástica Irbas Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Indústria Metalúrgica A. Pedro Ltda.	São Caetano do Sul	SP
Indústria Metalúrgica Alli Ltda.	São Paulo	SP
Indústria Metalúrgica Fontamac Ltda.	São Paulo	SP
Indústria Metalúrgica Frum Ltda.	Extrema	MG
Indústria Metalúrgica Puriar S/A.	Indaiatuba	SP
Indústria Metalúrgica Tremag Ltda.	Guarulhos	SP
Indústrias Galutti Produtos para Eletrodomésticos e Auto Peças I	Mauá	SP
Indústrias Mangotex Ltda.	Itu	SP
Inpacom Ind. Paulista de Componentes	São Paulo	SP
Invicta Vigorelli Metalúrgica Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Irmãos Parasmo S/A. Indústria Mecânica	Diadema	SP

Isel Usinagem e Mecânica em Geral Ltda.	Betim	MG
Itaesbra Indústria Mecânica Ltda.	São Paulo	SP
Italspeed Automotive Ltda.	São Paulo	SP
Jardim Sistemas Automotivos e Industriais Ltda.	Mauá	SP
Joalmi Indústria e Comércio Ltda.	Guarulhos	SP
Juntoro Estamparia Ltda.	Diadema	SP
Keko Acessórios Ltda.	Caxias do Sul	RS
Kidde Brasil Ltda.	Extrema	MG
KJ Indústrias Reunidas Ltda.	Carapicuíba	SP
Labortex Ind. e Com. de Produtos de Borracha Ltda.	Santo André	SP
Lad Indústria e Comércio de Peças Ltda.	Lages	SC
Lopsa Indústria e Comércio de Torneados Ltda.	São Paulo	SP
Magno Peças Indústria Comércio Importação e Exportação Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Manufatura Zona Oeste S/A.	Rio de Janeiro	RJ
Mastra Indústria e Comércio Ltda.	Limeira	SP
Mecânica Industrial Colar Ltda.	Caxias do Sul	RS
Mecano Fabril Ltda.	Osasco	SP
Messastamp Indústria Metalúrgica Ltda.	Guarulhos	SP
Metal Técnica Bovenau Ltda.	Rio do Sul	SC
Metale Produtos Metalurgicos Ltda.	Taboão da Serra	SP
Metalkraft S/A. Injeção e Usinagem	Pinhais	PR
Metalpartes Indústria e Comércio S/A.	São Paulo	SP
Metalpó Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Metalúrgica Cartec Ltda.	São Paulo	SP
Metalúrgica Confor Ltda.	Itapira	SP
Metalúrgica Della Rosa Ltda.	Santa Bárbara D'Oeste	SP
Metalúrgica DS Ltda.	Nova Veneza	SC
Metalúrgica Iguaçu Ltda.	São Caetano do Sul	SP
Metalúrgica Knif Ltda.	Diadema	SP
Metalúrgica Mardel Ltda.	Ribeirão Pires	SP
Metalúrgica Massaranduba Ltda.	Massaranduba	SC
Metalúrgica Mauser Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Metalúrgica Nakayone Ltda.	Cabreúva	SP
Metalúrgica Paschoal Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Metalúrgica Rigitec Ltda.	Capivari	SP
Metalúrgica Saraiva Indústria e Comércio Ltda.	Biguaçu	SC
Metalúrgica Schadek Ltda.	Porto Feliz	SP
Metalúrgica Suprens Ltda.	São Paulo	SP
Metalúrgica THF Indústria e Comércio Ltda.	Cachoeirinha	RS
Metalúrgica Tuba Ltda.	Barueri	SP
Metalúrgica Tuzzi Ltda.	São Joaquim da Barra	SP
Metalzul Indústria Metalúrgica e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Miroal Indústria e Comércio Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Montepino Ltda.	São Paulo	SP
MTE - Thomson Indústria e Comércio Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Neofac Industria e Comercio de Autopeças Ltda. EPP	Mauá	SP
Niken Indústria e Comércio Metalúrgica Ltda.	Suzano	SP
Nino Faróis Industrial e Exportadora de Auto Peças Ltda.	São Paulo	SP
Norfol Indústria de Transformação de Termoplásticos Ltda.	Diadema	SP
Obenaus Indústria e Comércio de Molas Ltda.	Pomerode	SC
Olimpic Indústria de Auto Peças Ltda.	São Paulo	SP
Orgus Indústria e Comércio Ltda.	Vargem Grande Paulista	SP
O-ring Inústria de Artefatos de Borracha Ltda.	Diadema	SP
Ouro Fino Indústria e Comércio de Auto Peças Ltda.	Ribeirão Pires	SP
PBOL - Misura Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
Pematec Triangel do Brasil Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Petrac Indústria e Comércio S/A.	São Paulo	SP
PG Products Indústria e Comércio de Vidros Ltda.	Barueri	SP
Pinguim Indústria e Comércio de Radiadores Ltda.	São Paulo	SP
Platodiesel Ind. e Com. de Embreagens Ltda.	São Paulo	SP

Policon Produtos Elétricos Ltda.	São Paulo	SP
Polyprom Sul Indústria Metalurgica Ltda.	Itaquaquecetuba	SP
Pradolux Indústria e Comércio Ltda.	Poços de Caldas	MG
Presstécnica Indústria e Comércio Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Progeral Indústria de Artefatos Plasticos Ltda.	Iperó	SP
Quinelato Indústria e Comércio Ltda.	Monte Alto	SP
R.Castro & Cia. Ltda.	Diadema	SP
Radiadores Visconde Ltda.	Guarulhos	SP
Ranalle Componentes Automotivos Ltda.	São Paulo	SP
RCD Comércio e Indústria Ltda.	Porto Feliz	SP
RCN Indústrias Metalúrgicas S/A.	São Paulo	SP
Redecar Redecorações de Autos Ltda.	São Paulo	SP
Reicom Ind. e Com. de Coletores e Peças Elétricas Ltda (Arielo)	Pederneiras	SP
Reis Comércio e Indústria Metalúrgica Ltda.	Guarulhos	SP
Replabor Ltda.	Guarulhos	SP
Retin Indústria e Comércio Ltda.	São José dos Campos	SP
Rodagás do Brasil - Sistemas a Gás Ltda.	São Paulo	SP
Rosa Maria Cioca - EPP	São Paulo	SP
Sambercamp Indústria de Metal e Plástico S/A.	São Bernardo do Campo	SP
Sampel Indústria de Artefatos de Borracha Ltda.	Itaquaquecetuba	SP
SBU - Sociedade Brasileira de Usinagens Ltda.	São Paulo	SP
Scorpios Indústria Metalúrgica Ltda.	São Caetano do Sul	SP
Scorro Indústria e Comércio Ltda.	Mairinque	SP
Seeber Fastplas Ltda.	Diadema	SP
Selco Vedações Dinâmicas Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Silibor Indústria e Comércio Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Simoldes Plásticos Indústria Ltda.	Caçapava	SP
SM Sistemas Modulares Ltda.	Taubaté	SP
Sociedade Fabricante de Peças Ltda. - SOFAPE	Guarulhos	SP
Soplast Plásticos Soprados Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Sparta Indústria Metalúrgica Ltda.	São Paulo	SP
Stamptec Indústria e Comércio de Peças Estampadas Ltda.	São Paulo	SP
Sueme Metalúrgica Ltda	São Bernardo do Campo	SP
Sulcarbon Indústria e Comércio de Peças Sinterizadas Ltda.	Porto Alegre	RS
Sultécnica Indústria Mecânica Ltda.	Cachoeirinha	RS
Suspex Ltda.	Itaquaquecetuba	SP
Tampas Click Para Veículos Indústria e Comércio Ltda.	Valinhos	SP
Tankauto do Brasil Ind. e Com. de Auto Peças Ltda.	Itaquaquecetuba	SP
Tecnocurva Indústria de Peças Automobilisticas Ltda.	Mogi das Cruzes	SP
Tecnofluor Indústria e Comércio Ltda.	Caieiras	SP
Tecnoperfil Taurus Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Tecnoplast Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Tecnotubo Indústria de Peças Tubulares Ltda.	São Paulo	SP
Terbraz Industrial Ltda.	Diadema	SP
Termicom Ind. e Com. de Terminais e Conexoes Mecanicas Ltda	Diadema	SP
Texfyt Indústria e Comércio Ltda.	Santa Bárbara D'Oeste	SP
Thermoid S/A Materiais de Fricção	Salto	SP
Tormep Tornearia Mecânica de Precisão Ltda.	Campinas	SP
Tornomatic Indústria e Comércio Ltda.	Hortolândia	SP
Toro Indústria e Comércio Ltda.	Diadema	SP
Trefilpeças Peças Tubulares de Presisão Ltda.	Guarulhos	SP
Truck Bus Industria e Comercio de Autopeças Ltda.	Diadema	SP
Tubocerto Indústria de Trefilados Ltda.	Arujá	SP
Tubopeças Indústria e Comércio Ltda.	São Paulo	SP
Twinglass Indústria e Comércio Ltda.	Guarulhos	SP
Uliana Indústria Metalúrgica Ltda.	Suzano	SP
Unibombas Industria e Comercio de Auto Peças Ltda.	São Paulo	SP
Unifilter Indústria e Comércio de Filtros Ltda.	Barueri	SP
Universal Indústria Metalúrgica Ltda.	Guarulhos	SP
Urepol Polimeros Ltda.	Guarulhos	SP
Vibrasil Indústria de Artefatos de Borracha Ltda.	São Paulo	SP
Wapmetal Indústria e Comércio de Molas e Estampados Ltda	Barueri	SP
YGB Industria de Peças Usinadas Ltda.	São Bernardo do Campo	SP
Zanettini, Barossi S/A. Indústria e Comércio	São Paulo	SP
Zinni & Guell Ltda.	Guarulhos	SP

APENDICE C – Aplicação do teste (exato) de Fisher

C1) Introdução

Conforme Siegel (1975), o teste (exato) de Fisher, baseado em distribuição hipergeométrica, é o método indicado para se avaliar hipóteses a partir de uma tabela de contingência 2X2, utilizando dados discretos (não contínuos), em especial quando se dispõe de poucos dados. O nível de significância (utilizado α=0,05) deve ser comparado à probabilidade do caso observado, somada com a probabilidade dos casos mais extremos.

C2) Dados da tabela 5.1

H0=não há diferença de conhecimento do Seis Sigma entre micro/pequenas e médias empresas

H1=há diferença de conhecimento do Seis Sigma entre micro/pequenas e médias empresas ao nível de 5% (em outras palavras, as empresas médias têm melhor conhecimento do Seis Sigma que as micro/pequenas empresas)

Caso observado (a)	Micro/pequena	Média	T
Razoável	2	6	8
superficial/não	6	15	21
T	8	21	29
Pa=0,3539936			

Caso extremo (b)	Micro/pequena	Média	T
Razoável	1	7	8
superficial/não	7	14	21
T	8	21	29
Pb=0,216731			

Caso extremo (c)	micro/pequena	Média	T
Razoável	0	8	8
superficial/não	8	13	21
T	8	21	29
Pc = 0,047409862			

Pa+Pb+Pc = 0,618134289 >0,05 Aceito H0 (não há diferença)

C3) Dados da tabela 5.2

H0 = não há diferença entre empresas com conhecimento razoável e com conhecimento superficial/não conhecimento do Seis Sigma em relação àquelas que já se posicionaram pela implantação ou não do Seis Sigma e aquelas que ainda não se posicionaram claramente.

H1 = há diferença entre empresas com conhecimento razoável e com conhecimento superficial/não conhecimento do Seis Sigma em relação àquelas que já se posicionaram pela implantação ou não do Seis Sigma e aquelas que ainda não se posicionaram claramente (o conhecimento suficiente do Seis Sigma contribui para que as empresas saiam da indecisão e se posicionem pela implantação ou não do Seis Sigma).

Caso observado (a)	decisão não tomada	decisão tomada	T
razoável	3	5	8
superficial/não	18	3	21
T	21	8	29
Pa = 0,017352629			

Caso extremo (b)	decisão não tomada	decisão tomada	T
razoável	2	6	8
superficial/não	19	2	21
T	21	8	29
Pb = 0,00137			

Caso extremo (c)	decisão não tomada	decisão tomada	T
razoável	1	7	8
superficial/não	20	1	21
T	21	8	29
Pc = 3,91413E-05			

Caso extremo (d)	decisão não tomada	decisão tomada	T
razoável	0	8	8
superficial/não	21	0	21
T	21	8	29
Pd = 2,32984E-07			

Pa + Pb + Pc + Pd= 0,018762 <0,05 rejeito H0 (há diferença)

C4) Dados da tabela 5.4

H0: não há diferença entre empresas que possuam a ISO/TS e aquelas que possuem apenas a ISO9000 ou não são certificadas com relação à tomada de decisão de implantar/não implantar o Seis Sigma ou permanecer indecisas
H1: há diferença entre empresas que possuam a ISO/TS e aquelas que possuem apenas a ISO9000 ou não são certificadas com relação à tomada de decisão de implantar/não implantar o Seis Sigma ou permanecer indecisas (o fato da empresa ser certificada ISO/TS contribui para que as empresas saiam da indecisão e se posicionem por implantar/não implantar o Seis Sigma).

Caso observado (a)	decisão não tomada	decisão tomada	T
TS	14	5	19
ISO/não	7	3	10
T	21	8	29
Pa = 0,325096193			

Caso extremo (b)	decisão não tomada	decisão tomada	T
TS	13	6	19
ISO/não	8	2	10
T	21	8	29
Pb = 0,284459			

Caso extremo (c)	decisão não tomada	decisão tomada	T
TS	12	7	19
ISO/não	9	1	10
T	21	8	29
Pc = 0,117395848			

Caso extremo C	decisão não tomada	decisão tomada	T
TS	11	8	19
ISO/não	10	0	10
T	21	8	29
Pd = 0,017609377			

Pa+Pb+Pc+Pd= 0,744561 >0,05 Aceito H0 (não há diferença)

OBS.: "decisão tomada" refere-se àquelas empresas que já adotam ou que já decidiram adotar ou não adotar o Seis Sigma, e "decisão não tomada" refere-se às empresas que talvez adotem o Seis Sigma.

APENDICE D – Aplicação de análise de conglomerados às sugestões

D1) Introdução

Conforme Johnson e Wichern (2002), Análise de Conglomerados (*cluster analysis*) é um tipo de análise de dados que utiliza algoritmos para agrupamento de dados com base em sua similaridade (ou distância). A Distância Euclidiana é uma medida da "linha reta" entre os dados. Vários métodos de avaliação de similaridade podem ser usados. *Complete linkage* é um procedimento hierárquico aglomerativo que garante que a distância entre elementos de cada conglomerado não é maior que um certo valor (neste caso, a Distância Euclidiana). Dendograma é um diagrama bidimensional que ilustra os agrupamentos realizados em cada estágio.
Os dados utilizados estão representados abaixo. Nas colunas aparecem as sugestões (S) e nas linhas a colocação na votação (1ª, 2ª,...).

D2) Dados

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
1a	15	5	6	3	8	5	1	3	2	0	2	1	1
2a	3	6	2	2	3	1	7	1	2	3	0	0	0
3a	0	4	1	5	2	5	2	3	2	0	3	1	1
4a	1	2	2	2	2	0	1	4	1	2	0	0	0
5a	0	2	6	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0
6a	0	0	1	1	2	1	2	2	3	0	1	1	0
7a	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	2	0
8a	1	0	1	0	3	0	1	0	0	2	0	1	1
9a	0	1	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0	1
10a	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	1	3	0
11a	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	2	1	2
12a	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2	1	2
13a	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4

D3) Resultados obtidos com o Software Minitab (2005)

Cluster Analysis of Observations: C2; C3; C4; C5; C6; C7; C8; C9; ...

Euclidean Distance, Complete Linkage
Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined		New cluster	Number of obs. in new cluster
1	12	77,0118	3,6056	11	13	11	2
2	11	72,2087	4,3589	8	9	8	2
3	10	71,4867	4,4721	10	12	10	2
4	9	70,0950	4,6904	4	6	4	2
5	8	64,5012	5,5678	2	7	2	2
6	7	60,1833	6,2450	3	5	3	2
7	6	57,7079	6,6332	8	10	8	4
8	5	53,1479	7,3485	8	11	8	6
9	4	51,4436	7,6158	3	4	3	4
10	3	42,9734	8,9443	2	3	2	6
11	2	36,8831	9,8995	2	8	2	12
12	1	0,0000	15,6844	1	2	1	13

Final Partition
Number of clusters: 3

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	1	0,000	0,00000	0,00000
Cluster2	6	120,000	4,38917	5,53775
Cluster3	6	78,667	3,54319	4,45970

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Grand centroid
C2	15	4,66667	1,50000	4,00000
C3	3	3,50000	1,00000	2,30769
C4	0	3,16667	1,66667	2,23077
C5	1	1,50000	1,16667	1,30769
C6	0	2,33333	0,16667	1,15385
C7	0	1,16667	1,16667	1,07692
C8	1	0,50000	0,83333	0,69231
C9	1	0,83333	0,66667	0,76923
C10	0	1,33333	0,16667	0,69231
C11	0	0,00000	1,66667	0,76923
C12	0	0,33333	1,16667	0,69231
C13	0	0,16667	1,33333	0,69231
C14	1	0,16667	1,16667	0,69231

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Cluster1	0,0000	11,2694	14,0198
Cluster2	11,2694	0,0000	5,5377
Cluster3	14,0198	5,5377	0,0000

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO9001:** 2000. Sistemas de gestão da qualidade: Requisitos. Rio de Janeiro, 2000. 21p.

_____. **ABNT ISO/TS16949:** Sistemas de gestão da qualidade: requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2000 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes. Rio de Janeiro, 2004. 43p.

ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of six sigma program. **Measuring Business Excellence**, Bradford, v.6, n.4, p.20-27, 2002.

ANTONY, J.; KUMAR, M.; MADU, C. N. Six sigma in small and medium-sized UK manufacturing enterprises: some empirical observations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford, v.22, n.8/9, p.860-874, 2005.

ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. (Org.). **De JK a FHC:** a reinvenção dos carros. São Paulo: Scritta, 1997. 525p.

BASU, R. Six sigma to operational excellence: role of tools and techniques. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, Olney, v.1, n.1, p.44-64, 2004.

BIDO, D. S. **Implementação de sistemas da qualidade para a busca da certificação em pequenas e médias empresas do ramo automotivo**. 1999. 205p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. Carta Circular, n.64/2002, 14 de outubro de 2002. **Porte das empresas**, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/produtos/download/02cc64.pdf> Acesso em: 10 Jul. 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Relação anual de informações sociais – RAIS:** Ano-base 2005. Brasília: MTE, SPPE, DES, 2005. 45 p. Disponível em: <http://anuariorais.caged.gov.br/>. Acesso em: 8 maio 2006.

BREYFOGLE, F.W. III. **Implementing six sigma**: smarter solutions using statistical methods. New York: John Wiley, 1999.

BRISCOE, J. A; FAWCETT, S.; TODD, R. H. The Implementation and Impact of ISO 9000 among Small Manufacturing Enterprises. **Journal of Small Business Management,** Milwaukee, v.43, n.3, p.309-330, July, 2005.

BURTON, T. T. Six sigma for small and medium sized businesses. **Isixsigma.com** 2004. Disponível em: <http://www.isixsigma.com/library/content/c030224a.asp>. Acesso em: 24 set. 2006.

CHAMPY, J. **Reengenharia na gerência:** o mandato da nova liderança. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT:** um enfoque estratégico. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1993.

CREVELING, C. M.; SLUTSKY, J.L.; ANTIS Jr., D. **Design for six sigma in technology and product development**. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2003.

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento**. 4.ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1991.

_____. **Qualidade sem lágrimas**: a arte da gerência descomplicada. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.

DEMING, W. E. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total**. São Paulo: Makron Books, 1994. v.1-4.

FINK, A.; KOSECOFF, J. **How to conduct surveys**: a step-by-step guide. 2.ed. Thousand Oaks, C.A.: Sage, 1998.

GAUDARD, M.; SCHOOF, J.; PATERNO, J. F. Small companies learn how to design in quality. **Quality Progress**, Milwaukee, v.29, n.2, p.51-57, Feb. 1996.

GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR – GEM/Brasil. **Empreendedorismo no Brasil 2005:** relatório executivo. Curitiba: GEM/Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.dce.sebrae.com.br/bte/bte.nsf/6A591EF71804C28003257132006C8E5B/$File/NT000AF176.pdf> Acesso em: 8 maio 2006.

GEORGE, M.; ROWLANDS, D.; KASTLE, B. **What's lean six sigma?** New York : McGraw-Hill, 2004.

GEORGE, M. L. **Lean seis sigma para serviços:** como utilizar velocidade Lean e qualidade seis sigma para melhorar serviços e transações. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1987.

GONÇALVES, A.; KOPROWSKI, S. O. **Pequena empresa no Brasil**. São Paulo: EDUSP; Imprensa Oficial do Estado, 1995

HAMMER, M.; CHAMPY, J. **Reengenharia**: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

HARRY, M. J. Six sigma: a breakthrough strategy for profitability. **Quality Progress**, Milwaukee, v.31, n.5, p.60-64, May 1998.

_____. A new definition aims to connect quality with financial performance. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.1, p.64-66, Jan. 2000a.

_____. The quality twilight zone. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.2, p.68-71, Feb. 2000b.

_____. Six sigma leads enterprises to coordinate efforts. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.3, p.70-72, Mar. 2000c.

_____. Framework for business leadership. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.4, p.80-83, Apr. 2000d.

_____. Questions lead, answers follow. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.5, p. 82-86, May 2000e.

_____. Six sigma focuses on improvement rates. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.6, p.76-80, June 2000f.

_____. Abatement of business risk is key to six sigma. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.7, p.72-76, July 2000g.

HARRY, M. J.; CRAWFORD, J. D. Six sigma for the little guy. **Mechanical Engineering**, New York , v.126, n.11, p.8-10, Nov. 2004.

_____. Six sigma: the next generation. **Machine Design**, Cleveland, v.77, n.4, p.126-131, Feb. 2005. Disponível em: <http://www.machinedesign.com>. Acesso em: 20 set. 2006.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Six sigma**: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporation. New York: Currency, 2000.

HOERL, R. W. Six sigma black belts: What do they need to know? **Journal of Quality Technology**, Milwaukee, v.33, n.4, p.391-406, Oct. 2001.

_____. One perspective on the future of Six Sigma **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, Olney, v.1, n.1, 2004.

ISHIKAWA, K. **TQC, total quality control**: estratégia e administração da qualidade. São Paulo: IM & C International Sistemas Educativos, 1986.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 5. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.

JURAN, J.M. **Juran na liderança pela qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.

KASAHARA, E. S.; CARVALHO, M. M. Análise dos modelos TQM e seis sigma: estudo de múltiplos casos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 23, 2003, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2003. CD-ROM.

KURATKO, D. F.; GOODALE J. C.; HORNSBY, J. S. Quality practices for a competitive advantage in smaller firms. **Journal of Small Business Management**, Morgantown, v.39, n.4, p.293-311, Oct. 2001.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; MACIEL, M. L. (Coord.). **Pequena empresa**: cooperação e desenvolvimento local. Rio de Janeiro : IE/UFRJ; Relume Dumará, 2003.

LIMA, M. L. S. C.; ZAWISLAK, P. A. A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. **Revista Produção**, São Paulo, v.13 n.2, p.57-69, 2003.

MINITAB Statistical Software Release 14. State College PA, 2005. Disponível em: <www.minitab.com> . Acesso em: 22 dezembro 2006.

MUNRO, R. A. Linking six sigma with QS-9000. **Quality Progress**, Milwaukee, v.33, n.5, p.47-53, May 2000.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia seis sigma**: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PEREIRA, L. C. B. **Economia brasileira:** uma introdução crítica. 3.ed. São Paulo: Ed.34, 1998.

PYZDEK, T. **The six sigma project planner**: a step-by-step guide to leading a six sigma project through DMAIC. New York: McGraw-Hill, 2003.

_____. A Roadmap for deploying six sigma in small businesses. **Isixsigma.com**. Oct., 2005. Disponível em: <http://www.isixsigma.com/library/content/c051024a.asp>. Acesso em 10 jul. 2006.

RATTNER, H. (Org.). **Pequena empresa:** o comportamento empresarial na acumulação e na luta pela sobrevivência. São Paulo: Brasiliense; CNPq, 1985. v.1-2.

RECLULSKI, D. K.; CARVALHO, M.M. Programas de qualidade seis sigma: características distintivas dos modelos DMAIC e DFSS. In: Simpósio de Engenharia de Produção: SIMPEP, 11., 2004, Bauru, SP. **Anais.** Bauru: UNESP/FEB, 2004. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_xisimpep.html>

ROTONDARO, R. G. (Coord.). **Seis sigma:** estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 32.ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, Itajubá, n.1, p.1-14, dez. 2003.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À MICRO E PEQUENA EMPRESA - SEBRAE. **Fatores condicionantes e taxa de mortalidade das empresas**. [S.l.]: SEBRAE, 2004. Disponível em:

<http://www.sebrae.org.br/br/mortalidade_empresas/index.asp>. Acesso em: 8 maio 2006.

_____. **Legislação básica da micro e pequena empresa**. [S.l.]: SEBRAE, 2005. Disponível em: < http://www.sebrae.org.br/br/aprendasebrae/estudosepesquisas_legislacao.asp> Acesso em: 8 maio 2006.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À MICRO E PEQUENA EMPRESA DO ESTADO DE SÃO PAULO – SEBRAE/SP. **Conhecendo a pequena empresa**. São Paulo: SEBRAESP, 2005. Disponível em: <http://www.sebraesp.com.br/Principal/Conhecendo%20a%20MPE/> Acesso em: 08 de maio de 2006.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM**: quarto revoluções na gestão da qualidade. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES - SINDIPEÇAS. **Desempenho do setor de autopeças**. São Paulo: SINDIPEÇAS, 2006. Disponível em: <http://www.sindipecas.org.br/paginas_NETCDM/modelo_pagina_generico.asp?ID_CANAL=103> Acesso em: 10 jul. 2006.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. ed. compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

SMITH, L. R. Six sigma and the evolution of quality in product development. **ASQ Six Sigma Forum Magazine,** Milwaukee, v.1, n.1, p.28-35, Nov. 2001

SPANYI, A.; WURTZEL, M. Six sigma for the rest of us. **Quality Digest**, Chico, July 2003. Disponível em: <http://www.qualitydigest.com/july03/articles/01_article.shtml> Acesso em: 10 Jul. 2006.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.A.; HSIANG, T. **Engenharia da qualidade em sistemas de produção**. São Paulo: McGraw Hill, 1990.

TÁLAMO, J. R. **O processo de inovação nas indústrias de pequeno e médio porte do estado de São Paulo:** setores de eletroeletrônica e telecomunicações. 2001. 126p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

THOMAS, D. What small business CEOs must know to start six sigma. **Isix sigma.com**. Disponível em: <http://www.isixsigma.com/library/content/c060116a.asp> Acesso em: Jan. 2006.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura seis sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WESSEL, G.; BURCHER P. Six sigma for small and medium-sized enterprises. **The TQM Magazine,** Bedford, v.16, n.4, p. 264-272, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YANG, C.C. An integrated model of TQM and GE-Six-Sigma. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, Olney, v.1, n.1, p. 97-111, 2004.