

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MODELO DE REFERÊNCIA PARA ESTRUTURAR O  
PROGRAMA DE QUALIDADE SEIS SIGMA: PROPOSTA  
E AVALIAÇÃO**

**Aluna: Adriana Barbosa Santos**

**Orientador: Prof. Dr. Manoel Fernando Martins**

**SÃO CARLOS**

**2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MODELO DE REFERÊNCIA PARA ESTRUTURAR O PROGRAMA DE**  
**QUALIDADE SEIS SIGMA: PROPOSTA E AVALIAÇÃO**

**Adriana Barbosa Santos**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção.

Orientador: **Prof. Dr. Manoel Fernando Martins**

SÃO CARLOS

2006



**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

S237mr

Santos, Adriana Barbosa.

Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade seis sigma: proposta e avaliação / Adriana Barbosa Santos. -- São Carlos : UFSCar, 2006.  
312 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Gestão da qualidade. 2. Programa seis sigma. 3. Medição de desempenho. 4. DMAIC. 5. Pensamento estatístico. I. Título.

CDD: 658.562 (20<sup>a</sup>)





FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Adriana Barbosa Santos

TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA E APROVADA EM 09/02/2006 PELA  
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Manoel Fernando Martins  
Orientador(a) PPGEP/UFSCar

Prof. Dr. Edemilson Nogueira  
PPGEP/UFSCar

Prof. Dr. José Carlos de Toledo  
PPGEP/UFSCar

Profª Drª Marly Monteiro de Carvalho  
POLI/USP

Prof. Dr. Paulo Augusto Cauchick Miguel  
Eng. Prod.-UNIMEP/POLI-USP

---

Prof. Dr. Alceu Gomes Alves Filho  
Coordenador do PPGEP/UFSCar



## AGRADECIMENTOS

Reservo este espaço para agradecer às pessoas que participaram direta ou indiretamente para que este trabalho fosse desenvolvido e chegasse a sua conclusão com êxito.

Primeiramente, agradeço aos professores do Departamento de Engenharia de Produção, e mais particularmente aos professores da área de Gestão da Qualidade, pelos ensinamentos, pela competência e pelo compromisso com um ensino de qualidade. Os ensinamentos e a atenção desses professores contribuíram extremamente para que eu pudesse viver este momento tão esperado.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Manoel Fernando Martins, pela presteza e atenção ao longo destes quatro anos em que estive sob sua orientação.

Sou grata aos professores doutores Paulo Augusto Cauchick Miguel, Marly Monteiro de Carvalho, José Carlos de Toledo e Edemilson Nogueira, membros da banca examinadora, por suas valiosas sugestões para que a tese fosse aprimorada.

Deixo meu sincero agradecimento aos profissionais e às Empresas por autorizarem as pesquisas empíricas realizadas, os quais forneceram dados e informações valiosas para a concretização do objetivo deste trabalho.

Não posso deixar de agradecer aos colegas e amigos do Departamento de Ciências de Computação e Estatística da UNESP, meu local de trabalho há tantos anos, por compreenderem minha necessidade de titulação, e por facilitarem meu trajeto.

Gostaria de agradecer especialmente algumas pessoas que participaram mais de perto de minha vida nos últimos anos: Arlete, Manzato, Ângela, Ariângelo, Maria Alice e Marilza. Cada um da sua forma teve uma participação muito especial, seja demonstrando carinho, sinceridade e amizade, seja cuidando de minha saúde física e mental, seja apoiando e compreendendo meus altos e baixos.

Agradeço aos meus familiares (mãe, irmão, cunhada e sobrinhas) pela força e torcida. Mas, em particular, devo agradecer e muito à minha mãe (Tereza) pelo ilimitado apoio, compreensão e incentivo e, principalmente, por compreender minha ausência.

Finalmente, agradeço a **Deus** por me abençoar, dando-me saúde, paz e energia, elementos fundamentais para que eu conseguisse concluir esta tese com mérito.



## **DEDICATÓRIA**

**Esta tese é dedicada a  
*Josias Barbosa dos Santos,*  
meu querido pai,  
com muito carinho e saudades.**



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Considerações Iniciais .....	3
1.2 Justificativa e Relevância do Trabalho.....	10
1.3 Problema de Pesquisa.....	11
1.4 Objetivos do Trabalho.....	12
1.5 Estrutura do Trabalho.....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO: FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL SOBRE SEIS SIGMA.....</b>	<b>15</b>
2.1 SEIS SIGMA .....	17
2.2 DEFINIÇÃO DE SEIS SIGMA .....	19
2.3 ORIGEM E EVOLUÇÃO DO PROGRAMA DE QUALIDADE SEIS SIGMA.....	28
2.4 Abordagem Estatística do Seis Sigma.....	30
2.5 Abordagem Estratégica do Seis Sigma .....	39
2.6 <i>Lean Management, Lean Manufacturing</i> e Seis Sigma.....	45
2.7 Projeto Seis Sigma.....	50
2.7.1 O que é um projeto Seis Sigma? .....	51
2.7.2 Características de um projeto Seis Sigma.....	55
2.8 Há Realmente Algo Novo no Seis Sigma? .....	56
2.8.1 Enfoque conceitual.....	57
2.8.2 Enfoque metodológico.....	57
2.8.3 Enfoque gerencial e estratégico.....	58
<b>3 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA.....</b>	<b>61</b>
3.1 Delineamento Metodológico da Pesquisa .....	64
3.2 Abordagens de Pesquisa.....	66
3.3 Método de Pesquisa Utilizado.....	68
3.4 Procedimentos de Pesquisa Empregados .....	69
3.5 A Pesquisa Teórico-Conceitual.....	71
3.6 Pesquisa Empírica com Abordagem Qualitativa.....	73
3.6.1 Definição da unidade de análise.....	74
3.6.2 Protocolo da coleta de dados.....	75
3.6.3 Fonte de evidencia e coleta de dados.....	76
3.6.4 Construção da base de dados.....	77
3.6.5 Análise das evidências.....	77
3.7 Pesquisa Empírica com Abordagem Quantitativa.....	79
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO: TEORIAS INCORPORADAS AO CONTEXTO DO SEIS SIGMA.....</b>	<b>83</b>
4.1 Orientação Estratégica.....	86

4.2	Uso da Medição de Desempenho.....	92
4.3	Pensamento Estatístico.....	101
4.3.1	Definição e caracterização do pensamento estatístico.....	102
4.3.2	Aplicação no ambiente industrial .....	107
4.4	Metodologia Sistematizada para Solução de Problemas .....	108
4.4.1	DMAIC.....	109
4.4.2	DFSS.....	111
4.5	Formação e Capacitação de Recursos Humanos.....	114
4.5.1	Desenvolvimento de potencialidades para a organização.....	114
4.5.2	Os especialistas envolvidos com o Seis Sigma: identificando papéis .....	117
4.5.3	Estrutura hierárquica dos membros da equipe.....	120
4.6	Tecnologia da Informação.....	121
4.7	Resumo do Capítulo.....	124

## **5 ESTUDOS DE CASO: SUBSÍDIOS EMPÍRICOS SOBRE O PQSS..... 127**

5.1	A Contribuição da Pesquisa Empírica.....	129
5.2	Aspectos Gerais das Organizações Pesquisadas.....	129
5.3	O Caso da Empresa TTFix.....	130
5.3.1	Descrição e caracterização da empresa.....	130
5.3.2	A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma.....	134
5.3.3	Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.....	138
5.3.4	Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma.....	138
5.3.5	Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados.	140
5.3.6	Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS.....	143
5.4	O Caso da Empresa FASTCARD.....	144
5.4.1	Descrição e caracterização da empresa.....	144
5.4.2	A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma .....	147
5.4.3	Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.....	148
5.4.4	Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma.....	149
5.4.5	Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados.	152
5.4.6	Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS.....	152
5.5	O Caso da Empresa FOX Truck.....	155
5.5.1	Descrição e caracterização da empresa.....	155
5.5.2	A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma.....	157
5.5.3	Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.....	158
5.5.4	Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma.....	159
5.5.5	Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados.	162
5.5.6	Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS.....	164
5.6	O Caso da Empresa DQ.....	165
5.6.1	Descrição e caracterização da empresa.....	165
5.6.2	A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma.....	166
5.6.3	Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.....	167
5.6.4	Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma.....	169
5.6.5	Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados.	172
5.6.6	Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS.....	173
5.7	Resumo do Capítulo.....	173

<b>6 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NOS ESTUDOS DE CASO.....</b>	<b>175</b>
6.1 Análise da Fundamentação Conceitual.....	177
6.2 A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma.....	180
6.3 Análise das características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.....	182
6.4 Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma.....	185
6.5 Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados.....	188
6.6 Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS.....	190
6.7 Conclusões e Síntese do Capítulo.....	194
<b>7 PROPOSTA DE UM MODELO DE REFERÊNCIA PARA ESTRUTURAR O PQSS.....</b>	<b>201</b>
7.1 O Modelo de Referência.....	203
7.2 PQSS Como Programa Integrador de Objetivos Estratégicos e Operacionais.....	207
7.3 Influência da Orientação Estratégica e do Alinhamento Estratégico na Implementação do PQSS.....	209
7.4 Uso da Medição de Desempenho, PQSS e Definição de Projetos Seis Sigma.....	215
7.5 Relevância do Pensamento Estatístico na Implementação do PQSS.....	225
7.6 Aplicação da Metodologia Sistematizada Seis Sigma.....	232
7.6.1 Critérios para escolha dos métodos e técnicas aplicados na implementação dos projetos Seis Sigma.....	234
7.6.2 A eficiência da metodologia Seis Sigma.....	240
7.7 Desenvolvimento dos Recursos Humanos.....	242
7.8 Considerações Finais.....	251
<b>8 AVALIAÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>253</b>
8.1 Resultados Gerais.....	255
8.2 Verificação da Validade das Hipóteses.....	259
8.3 Avaliando o Modelo de Referência.....	268
<b>9 CONCLUSÕES.....</b>	<b>271</b>
9.1 Conclusões e Comentários Finais.....	273
9.2 Sugestões para Trabalhos Futuros.....	278
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>281</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>295</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>301</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>307</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA</b>	<b>Descrição.....</b>	<b>Pág</b>
TABELA 2.1	Correspondência entre autor(es), ano de publicação, definição e assunto abordado no material bibliográfico analisado .....	22
TABELA 2.2	Síntese da revisão bibliográfica sobre Seis Sigma, destacando o foco principal da publicação.....	27
TABELA 2.3	Valores dos índices de capacidade ( $C_p$ e $C_{pk}$ ) e quantidade de defeitos (PPM) pressupondo: processo centrado, estabilidade e distribuição normal.....	34
TABELA 2.4	Valores dos índices de capacidade ( $C_p$ e $C_{pk}$ ) e número de defeitos (PPM) pressupondo: processo desviado $+1,5\sigma$ do valor nominal, estabilidade e distribuição normal.....	34
TABELA 2.5	Número de defeitos (em PPM) correspondente ao padrão sigma para diferentes valores do desvio sofrido pela média ao longo do tempo.....	35
TABELA 2.6	Impacto do padrão sigma no desempenho do negócio.....	35
TABELA 4.1	Os nove passos para desenvolver um SMD.....	99
TABELA 5.1	Características gerais das organizações estudadas (TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ), segundo alguns parâmetros descritivos.....	131
TABELA 6.1	Descrição da definição dada pelos BB's das organizações estudadas, e palavras-chave enfatizadas na definição.....	178
TABELA 6.2	Propósito e objetivos estratégicos dos investimentos no Seis Sigma.....	181
TABELA 6.3	Resultados sobre as características gerais do programa em cada organização estudada.....	183
TABELA 6.4	Resultados apurados sobre os parâmetros descritivos da estrutura de gerenciamento dos recursos humanos em cada organização estudada.....	186
TABELA 6.5	Resultados levantados sobre o gerenciamento dos projetos Seis Sigma em cada organização estudada.....	191
TABELA 6.6	Fatores primordiais para o sucesso do PQSS - comparativo entre as organizações TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ.....	193
TABELA 6.7	Síntese dos resultados dos estudos de caso conforme classificação em termos de componentes essenciais para implementação do PQSS.....	199
TABELA 7.1	Algumas ações que podem ser aprimoradas com o pensamento estatístico.....	228
TABELA 7.2	Fatores de contingência, caracterizados por limitações e estímulos internos e externos, que podem afetar o sucesso da implementação de um projeto Seis Sigma.....	237
TABELA 7.3	Aspectos observados entre as metodologias de treinamento para as diferentes estratégias de implementação do PQSS definidas pelas organizações.....	246
TABELA 7.4	Tópicos abordados no curso de treinamento para BB.....	247
TABELA 8.1	Distribuição de frequências, média e desvio padrão, associados a cada item avaliado.....	258
TABELA 8.2	Frequências e percentuais observados cujo item foi considerado relevante pelos especialistas.....	259
TABELA 8.3	Resultados estatísticos envolvidos na análise dos tópicos.....	262
TABELA 8.4	Frequências e percentuais observados cujo item foi considerado	

	relevante pelos especialistas na descrição dos requisitos essenciais para estruturar o PQSS.....	264
<b>TABELA 8.5</b>	Resultados estatísticos envolvidos na análise das hipóteses $H_1$ a $H_6$ .....	266

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Descrição.....	Pág
FIGURA 2.1	Representação da função densidade de probabilidades para um processo $3\sigma$ evoluindo para um padrão $6\sigma$ .....	33
FIGURA 2.2	Representação da função densidade de probabilidades para um processo com padrão $6\sigma$ que foi deslocado $+1,5\sigma$ do valor nominal.....	33
FIGURA 2.3	PQSS como programa estratégico e operacional que contempla atividades de planejamento, de medição e de priorização de ações de melhoria.....	45
FIGURA 2.4	Variável resposta (efeito) como função de variáveis de processo (causas) na presença de variáveis não controláveis (ruídos).....	53
FIGURA 2.5	Caracterização de um projeto Seis Sigma.....	56
FIGURA 3.1	Esquema do delineamento metodológico da pesquisa.....	65
FIGURA 3.2	Estrutura metodológica da Pesquisa Teórico-Conceitual.....	73
FIGURA 4.1	Tipologia de estratégias genéricas.....	89
FIGURA 4.2	Estrutura para projetar o sistema de medição de desempenho.....	101
FIGURA 4.3	Três significados que indicam presença de variabilidade diante de suposição de normalidade: instabilidade; falta de acurácia; e variação...	104
FIGURA 4.4	Pensamento estatístico como catalisador da melhoria da qualidade de produtos e processos.....	107
FIGURA 4.5	Esquemas de disposição da estrutura hierárquica dos especialistas.....	121
FIGURA 5.1	Ilustração dos processos envolvidos no sistema de manufatura de elementos de fixação na TTFix.....	132
FIGURA 5.2	Estrutura metodológica do PQSS da TT Inc. ....	137
FIGURA 7.1	O Modelo de Referência para estruturar o PQSS.....	205
FIGURA 7.2	PQSS como programa integrador.....	209
FIGURA 7.3	O PQSS contribuindo para o aprimoramento do SMD e para o direcionamento dos objetivos estratégicos a partir do uso dos indicadores de desempenho.....	220
FIGURA 7.4	CTQ's influenciando a definição dos projetos Seis Sigma.....	222
FIGURA 7.5	Modelo conceitual de aplicabilidade para funções associadas ao ciclo DMAIC.....	238
FIGURA 8.1	Descrição dos itens do questionário com respectivas siglas.....	257
FIGURA 8.2	Histogramas da variável T, estratificados por tópico. (a) Estratégia e alinhamento estratégico; (b) Relação com o desempenho do negócio; (c) Características do Programa Seis Sigma; (d) Uso de Estatística; (e) Formação e capacitação das pessoas; (f) Tecnologia da Informação.....	261
FIGURA 8.3	Histogramas da variável W, estratificados por hipótese. (a) <i>Hipótese 1</i> ; (b) <i>Hipótese 2</i> ; (c) <i>Hipótese 3</i> ; (d) <i>Hipótese 4</i> ; (e) <i>Hipótese 5</i> ; (e) <i>Hipótese 6</i> .....	267

## LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

<b>BB</b>	<i>Black Belt</i>
<b>BSC</b>	<i>Balanced Score Card</i>
<b>CEO</b>	<i>Chief Executive Officer</i>
<b>CEP</b>	Controle Estatístico de Processos
<b>CRM</b>	<i>Customer Relationship Management</i>
<b>CTQ</b>	Característica crítica para a qualidade ( <i>Critical to quality</i> )
<b>CTQext:</b>	Característica crítica para a qualidade externa
<b>CTQint</b>	Característica crítica para a qualidade interna
<b>DFSS</b>	<i>Design for Six Sigma</i>
<b>DMADV</b>	Definir, Medir, Analisar, Desenvolver, Verificar
<b>DMAIC</b>	Definir, Medir, Analisar, Melhorar/Incrementar, Controlar
<b>DPMO</b>	Defeitos por Milhão de Oportunidades
<b>FMEA</b>	Análise de Efeitos e Modos de Falha ( <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> )
<b>GB</b>	<i>Green Belt</i>
<b>IDPMS</b>	<i>Integrated Dynamic Performance Measurement System</i>
<b>LIE</b>	Limite Inferior de Especificação
<b>LSE</b>	Limite Superior de Especificação
<b>MBB</b>	<i>Master Black Belt</i>
<b>MD</b>	Medição de Desempenho
<b>PDCA</b>	Planejar, Executar, Verificar e Agir
<b>PMP</b>	Programa de Gestão do Desempenho ( <i>Performance Management Program</i> )
<b>PMQ</b>	Questionário de Medição do Desempenho ( <i>Performance Measurement Questionnaire</i> )
<b>PPM</b>	Partes por Milhão
<b>PQSS</b>	Programa de Qualidade Seis Sigma
<b>QFD</b>	Desdobramento da Função Qualidade ( <i>Quality Function Deployment</i> )
<b>ROI</b>	Retorno sobre Investimento
<b>ROA</b>	Retorno sobre Ativos
<b>ROS</b>	Retorno sobre Vendas
<b>SMART</b>	<i>Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique</i>
<b>SMD</b>	Sistema de Medição de Desempenho
<b>SSPM</b>	<i>Six Sigma Process Management</i>
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação
<b>TPM</b>	Manutenção Produtiva Total ( <i>Total Productive Management</i> )
<b>TQM</b>	Gestão da Qualidade Total ( <i>Total Quality Management</i> )
<b>s</b>	Letra grega sigma que representa desvio padrão
<b>m</b>	Letra grega mi que representa a média
<b><math>C_p</math></b>	Índice de capacidade do processo
<b><math>C_{pk}</math></b>	Índice de capacidade do processo

## RESUMO

Com o aumento do nível de exigências dos clientes, as iniciativas de melhoria da qualidade que surgiram nas últimas duas décadas focaram fortemente a satisfação do cliente como o caminho para as organizações aumentarem a eficiência e a eficácia de seus processos produtivos. Todavia, para trilharem este caminho, foi necessário quebrar paradigmas; estimular a criatividade; inovar; intensificar o esforço em reduzir a variação dos processos; e, sobretudo, priorizar a satisfação dos clientes em todas as operações. O Seis Sigma é uma abordagem que vêm se consolidando como uma forma eficiente de crescimento organizacional, decorrente da elevação dos níveis de qualidade. Mas, afinal, como Seis Sigma é definido? Por meio de uma pesquisa teórico-conceitual, diversas definições encontradas na literatura foram resgatadas e analisadas visando compor uma definição mais ampla, e que traduza melhor a abrangência do Seis Sigma. No tocante ao Programa de Qualidade Seis Sigma (PQSS), esta tese trouxe um enlace de teoria e prática ao incorporar outras teorias ao contexto do Seis Sigma, e ao agregar subsídios empíricos para identificar e avaliar componentes que são essenciais para estruturar o PQSS. Estes subsídios decorreram de uma pesquisa com abordagem qualitativa realizada com quatro subsidiárias brasileiras de empresas multinacionais americanas (estudo de casos). Após análise das evidências empíricas foi possível formalizar um conjunto de argumentos que levaram a proposição de um Modelo de Referência para estruturar o PQSS, o qual é sustentado basicamente pelos seguintes componentes essenciais: orientação estratégica; pensamento estatístico; medição de desempenho; metodologia Seis Sigma; e capacitação/especialização das pessoas. Uma avaliação preliminar do Modelo de Referência é apresentada logo após o modelo ter sido proposto e detalhado. Esta avaliação foi realizada com base em uma pesquisa empírica com abordagem quantitativa que envolveu *Green belts*, *Black belts* e *Master black belts*. Realizada a análise estatística, os resultados obtidos revelaram, entre outros pontos, que cada um dos componentes considerados no Modelo de Referência possui uma relevância significativa para estruturar o PQSS. Como conclusões a tese destaca que: (1) o PQSS é um programa integrador dos objetivos estratégicos e operacionais que facilita o direcionamento e a implementação dos projetos Seis Sigma; (2) a orientação estratégica e o alinhamento são priorizados na definição dos projetos Seis Sigma; (3) o uso de indicadores de desempenho aumenta o potencial dos projetos Seis Sigma; (4) ainda não há uma compreensão de que o pensamento estatístico consiste num pano de fundo para o PQSS; (5) os projetos Seis Sigma são catalisadores de um sistema que reflete, por meio destes, a visão estratégica e a importância do foco no cliente para se conseguir resultados mensuráveis que impactam em uma ou mais dimensões do sistema de medição do desempenho organizacional; e (6) há evidências de que o Modelo de Referência pode ser válido, o que permite que ele seja utilizado para estruturar ou re-estruturar o PQSS.

**Palavras-chave:** Seis Sigma. Melhoria da qualidade. Orientação estratégica. Medição de desempenho. Pensamento estatístico. DMAIC.

## ABSTRACT

With the growth of customer demand level, at last two decades it appeared quality improvement approach focusing customer satisfaction as the way to the organizations improve the efficiency and effectiveness of their processes. Though this, to get their aim, it was necessary broke some paradigms; to stimulate creativity; to innovate; to intensify the effort to reduce processes variation; and above all to assume customer satisfaction in all operations as a priority. Six Sigma approach has been solidifying as an efficient alternative to organizational growth on the strength of quality levels elevation. But, how can we define Six Sigma? Making a theoretical and conceptual research several definitions founded in literature were rescued and examined with purpose to compose a broader definition which translates better Six Sigma meaning. About structure of Six Sigma Quality Program (PQSS), this thesis became as a link between theory and practice when it aided others theories to Six Sigma context and when it used empirical subsidies to identify and evaluate the essential components to structure the PQSS. The empirical subsidies were obtained from qualitative research (case studies) involving four Brazilian subsidiaries of American multinational companies. After to analyze the empirical evidences, it was possible to formalize a set of arguments to purpose a Reference Model to structure the PQSS. This model is sustained by the followings components: strategic orientation; statistical thinking; performance measurement; Six Sigma methodology; and people graduation and qualification. To evaluate the Reference Model it was developed a quantitative research based in *Green belts*, *Black belts* and *Master Black belts* information. Statistical results showed that each one of these components has a meaningful relevance to compose the minimal structure to the PQSS. As principal conclusions this thesis highlights: (1) the PQSS as an integrator program of strategic and operational objectives; (2) strategic orientation and alignment are fundamental to define Six Sigma projects; (3) the use of performance measures increases the potential of Six Sigma projects; (4) its not clear for many specialists that statistical thinking is a background to PQSS; (5) Six Sigma projects are catalysts of a system which uses these projects to reflect it strategic orientation and customer focus importance to get measurable results; and (6) the Reference Model can be valid and can be utilized to structure or re-structure the PQSS implementation.

**Key words:** Six Sigma. Quality improvement. Strategic orientation. Performance measurement. Statistical thinking. DMAIC.

# Capítulo 1

---

Introdução



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

Durante as últimas duas décadas os diferentes setores industriais promoveram mudanças com relação às alternativas encontradas pelas organizações para melhorarem as condições de gerenciamento do desempenho.

A busca por estratégias<sup>1</sup> visando o aumento do desempenho organizacional e o aumento do potencial competitivo para superar a pressão crescente do mercado globalizado provocou uma aceleração no ritmo das ações estratégicas e gerenciais orientadas para: (1) melhorarem continuamente o nível de qualidade de produtos e/ou serviços; (2) incrementarem a capacidade de inovação<sup>2</sup>, diante da dificuldade de estabelecer vantagens competitivas; e (3) reduzirem custos e desperdícios. Em função disso, as pesquisas sobre temas relacionados com estas ações organizacionais estão ganhando cada vez mais destaque e atenção, não apenas junto à comunidade acadêmica, mas também no meio empresarial.

Há pelo menos duas décadas o dinamismo das diversas indústrias<sup>3</sup> vem sendo responsável por mudanças mercadológicas substanciais, especialmente, no que diz respeito aos avanços tecnológicos, integração de mercados, globalização da concorrência, e redefinição do papel das organizações<sup>4</sup>; aspectos estes incrementados pela mudança no perfil social e demográfico nos hábitos dos consumidores que, sem dúvida, provocou um aumento na demanda por melhores produtos e serviços.

A qualidade, independente da proposição conceitual que seja utilizada, tornou-se um dos mais importantes fatores de decisão dos consumidores na seleção dos produtos e serviços que competem entre si. Este fenômeno é geral e afeta todo tipo de cliente, seja ele um indivíduo, uma loja de varejo, uma instituição governamental, ou uma organização industrial (MONTGOMERY, 2004).

Com o aumento do espírito crítico por parte do cliente, passou a ser

---

<sup>1</sup> Entenda-se que o conceito de estratégia pode ser empregado como guia do comportamento global da empresa (PORTER, 1986).

<sup>2</sup> O conceito de inovação inclui idéias que possam servir para melhorar estratégias, processos, serviços e produtos novos ou já existentes.

<sup>3</sup> Considere indústria como grupo de empresas fabricantes de produtos que são substitutos bastante aproximados entre si (PORTER, 1986).

<sup>4</sup> Entenda organização como uma associação ou instituição com objetivos definidos (FERREIRA, 1999).

imperativo investir de maneira mais eficiente na gestão da qualidade, não apenas para se conseguir sobreviver e sustentar o potencial competitivo da empresa na indústria em que ela compete, mas, principalmente, para priorizar o foco na satisfação dos clientes.

As mudanças no ambiente industrial impactaram diretamente as ações gerenciais e a estrutura organizacional, as quais refletiram o esforço em melhorar continuamente a qualidade de bens e serviços, principalmente, para garantir sobrevivência atendendo os requisitos do mercado. Estas ações aceleraram avanços tecnológicos (VALLE, 1996; MACEDO-SOARES & RATTON, 1999); permitiram a evolução da gestão da qualidade (GARVIN, 1992); provocaram alterações significantes no cenário dos sistemas de produção e na natureza do trabalho (WOMACK et al., 1992; WOMACK & JONES, 1996); causaram forte impacto no gerenciamento do desempenho (KAPLAN & NORTON, 1998; NEELY, 1999; BITITCI et al., 2001); e, entre outros aspectos, deram maior ênfase para a utilização de métodos científicos nos ambientes industriais (PEREZ-WILSON, 1999; SNEE, 2000).

Fica claro, que este ambiente<sup>5</sup> competitivo requer das organizações grandes esforços para que elas encontrem maneiras de se manterem competitivas. Com as vantagens competitivas cada vez mais dificultadas e reduzidas frente à globalização dos mercados, as organizações buscam, constantemente, por soluções que as recompensem por esses esforços. De um modo geral, isso tem exigido das organizações um maior poder de reação e, conseqüentemente, de demonstração da capacidade de formular e implementar estratégias que permitam superar os crescentes desafios impostos pelo mercado (QUINN e MINTZBERG, 1991; CAMARGOS e DIAS, 2003). É necessário conquistar e deter uma vantagem competitiva sustentável, e já não é mais suficiente apenas prover bens e serviços eficientemente aos clientes. Há de se ter motivação, criatividade e capacidade para ir além da satisfação dos clientes, ou seja, procurar inovar e criar mecanismos que surpreendam<sup>6</sup> os clientes; que os deixem encantados.

Diante do desafio de crescer e de se manterem competitivas, objetivos de desempenho como qualidade, rapidez, flexibilidade e custo tornaram-se ainda mais

---

<sup>5</sup> Neste contexto ambiente tem um sentido mais amplo que apenas meio ambiente.

<sup>6</sup> Surpreender o cliente é uma expressão que está sendo utilizada com uma conotação positiva, que gera oportunidades de crescimento e de desenvolvimento organizacional.

importantes e fundamentais para garantir a sobrevivência e criar oportunidades de crescimento para as organizações (BITITCI et al., 2001).

A busca por sobrevivência e crescimento gerou uma atmosfera dinâmica que levou algumas organizações a adotarem novas filosofias e tecnologias para o gerenciamento dos negócios, desejando ter mais conhecimento, tanto do ambiente interno quanto do externo. Vale notar que, as mudanças ocorridas de 1980 para cá, foram no âmbito financeiro, nos mercados e no ambiente social, as quais, conjuntamente, influenciaram e refletiram as alterações nos sistemas de gestão e de organização da produção. Isso, sem mencionar a revolução que os avanços tecnológicos estão provocando nos mercados, na sociedade, nas empresas e nas pessoas.

O desenvolvimento tecnológico pode ser entendido por um lado como causa e, por outro, como consequência da aceleração dessas alterações. Ao considerar o desenvolvimento tecnológico, MACEDO-SOARES & RATTON (1999) assinalam a inovação tecnológica como componente fundamental na alavancagem e dinamismo do mercado, à medida que ela impulsiona as organizações em busca de novas soluções. Neste sentido, para acompanhar a evolução no mercado é preciso que haja clareza de entendimento sobre o que, como e onde é necessário mudar para que as estratégias de melhoria contínua do desempenho organizacional sejam bem sucedidas.

Com os benefícios da tecnologia da informação a utilização de técnicas e métodos científicos para aquisição de conhecimento, armazenamento, extração e análise de dados tomaram maior impulso. O acesso às teorias já existentes há décadas foi facilitado e a aplicação mais intensiva do saber científico tem contribuído para agregar valor aos produtos e serviços consumidos pelos clientes. Com isso, o uso da Estatística tem crescido acentuadamente nas diversas áreas do saber e, nos ambientes produtivos, a aplicação de conceitos estatísticos, incrementada pelos avanços dos recursos computacionais, contribui para compor uma base de conhecimentos que dá melhores condições para operar sistemas produtivos e para tomar decisões.

Como resultado do esforço dos administradores na busca por oportunidades de melhoria do desempenho organizacional e de aumentar o potencial competitivo, um novo estilo gerencial foi criado. O enfoque em dados e fatos foi enfatizado.

Assim, com ações que se traduzem em economias e ganhos de

produtividade que intensificam a comunicação e o feedback interno respaldada em dados e fatos; com o exercício de um maior e melhor controle e monitoramento dos processos internos e externos; com aumento da capacidade de resolução de problemas complexos; e com o foco na satisfação do cliente, surgiu o Seis Sigma.

O Seis Sigma despontou na literatura há pouco mais de uma década como uma abordagem que visa tornar as oportunidades de melhoria do desempenho organizacional em resultados concretos, pois enfatiza a aplicação de técnicas e métodos científicos, predominantemente estatísticos, para resolução de problemas complexos existentes nos processos produtivos que comprometem a satisfação dos clientes. Em função desse e de outros atributos qualificadores, o Seis Sigma pode ser entendido como uma abordagem tanto estatística como estratégica, e é reconhecida por alguns pesquisadores como uma iniciativa que leva a organização a atingir e manter a excelência operacional e de serviços (ANTONY, 2004).

Apesar de despertar certo fascínio no ambiente industrial, especialmente nas indústrias de manufatura, o Seis Sigma ainda é discutido de forma pouco aprofundada e sem muitos resultados conclusivos que demonstrem sua abrangência como tema de pesquisa acadêmica. De fato, Seis Sigma é uma abordagem que tem ganhado larga aceitação entre administradores e gerentes empresariais, mas que carece de estudos que dêem suporte teórico e base de pesquisa para que mais trabalhos acadêmicos sejam desenvolvidos.

Ao consultar a literatura que versa sobre o Seis Sigma é possível verificar a existência de uma abrangência contextual considerada tanto por pesquisadores como pelos profissionais especializados e responsáveis pela implementação de um programa de ações idealizado para concretizar os propósitos do Seis Sigma dentro da organização. Este programa é denominado de Programa de Qualidade Seis Sigma (PQSS) ou, simplesmente, Programa Seis Sigma, nas diversas organizações do mundo inteiro.

A implementação do PQSS está se configurando como um tema de pesquisa interessante pelo fato de abrir a possibilidade de que estudos sejam desenvolvidos com o propósito de melhorarem o entendimento sobre as ações organizacionais, tanto no contexto da gestão da qualidade, como da gestão estratégica.

Quando se consulta a literatura sobre qualidade referente à década de 90 percebe-se a presença marcante dos trabalhos publicados sobre Seis Sigma. Todavia,

verifica-se que estes se limitam mais a descrever o que é o Seis Sigma; o que é a metodologia sistematizada Seis Sigma; como é usada essa metodologia; quem são os participantes do programa; e quais são as práticas empregadas pelas companhias que investiram no Seis Sigma como iniciativa de melhoria da qualidade.

Para tentar avançar além desse limite e contribuir para o enriquecimento da literatura sobre o tema, um dos caminhos é relacionar Seis Sigma com outras teorias, no sentido de construir e validar modelos teóricos aplicáveis e consistentes (LINDERMAN et al, 2003; ANTONY, 2004). O presente trabalho foi desenvolvido nesta direção, e, por isso, seus resultados trouxeram uma contribuição científica para que o Seis Sigma ganhe ainda mais a apreciação dos pesquisadores como um assunto de pesquisa em ascensão.

A literatura é escassa em publicações que tratem de práticas e estratégias gerenciais sobre o Seis Sigma tendo como objeto de estudo companhias brasileiras, sejam elas de manufatura ou não. Um dos poucos trabalhos feitos nesta direção foi desenvolvido por PINTO (2005), em que estuda empresas de grande porte nacionais e multinacionais tanto de manufatura como de serviços. Em se tratando de aplicações do Seis Sigma, poucos trabalhos nesta direção têm sido divulgados, mesmo em reuniões científicas nacionais; fato que motiva várias indagações, sobretudo, no que diz respeito à compreensão de como a implementação do PQSS está se desenvolvendo no âmbito das organizações que operam no mercado brasileiro.

Um exame mais detalhado das publicações sobre o tema permite deduzir que o Seis Sigma vem evoluindo gradativamente e de forma mais acelerada após a virada do último século. Um dos pontos que chama a atenção ao se pesquisar o assunto é a variedade de definições que podem ser encontradas. As propriedades técnica e metodológica foram pontos evidenciados ao se definir o Seis Sigma até o início dos anos 90. No entanto, o estudo dos trabalhos que abordam o assunto nas últimas duas décadas revela outras tendências. Definições encontradas na literatura mostram a presença de características estratégicas que auxiliam a compreender o panorama conceitual e contextual considerado pela comunidade acadêmica, por executivos, gerentes, consultores e profissionais em geral envolvidos com a implementação do PQSS.

Os projetos Seis Sigma (projetos elaborados com o intuito de alavancar o

desempenho da organização), bem como sua implementação são assuntos comumente explorados na literatura, desde as primeiras publicações sobre o tema. Ao longo do desenvolvimento teórico e prático da presente pesquisa estes assuntos são examinados e revelam como os projetos Seis Sigma podem gerar benefícios para a melhoria do desempenho organizacional, e de que forma contribuem para o aprimoramento dos diversos sistemas de informações, em particular, do sistema de medição do desempenho organizacional.

O PQSS, como todo programa ou iniciativa de melhoria, tem seus prós e contras, vantagens e desvantagens que, numa perspectiva acadêmica, podem gerar discussões e despertar indagações e suposições que sugerem a formulação de problemas de pesquisa<sup>7</sup>. Apenas para exemplificar, um dos pontos intrigantes é o modo como são descritos os resultados financeiros obtidos com a aplicação do PQSS por algumas grandes companhias americanas e européias, que, por vezes, são apresentados de forma não muito clara, destacando cifras relativas aos ganhos financeiros atingidos com a implementação do PQSS que, no mínimo, provocam admiração; ou até dúvidas sobre a veracidade de cifras tão elevadas.

Este aspecto incita indagações sobre o mérito do Seis Sigma pela óptica da gestão da qualidade, em função da aparente falta de visão e desconhecimento sobre o potencial do pensamento estatístico. Neste sentido, também é surpreendente pensar no que se deixou de ganhar antes da inserção dos métodos científicos voltados para melhoria da qualidade e redução de desperdícios. Mais ainda, é até difícil imaginar o quanto de economia poderia ser gerada, caso não fossem ignorados os métodos estatísticos.

Estudos de campo realizados ao longo deste trabalho revelam que o paradigma do Seis Sigma baseado em resultados financeiros está sendo revisto por algumas organizações, especialmente, depois de analisarem os resultados efetivos colhidos em termos de capacitação de pessoas, de geração e retenção de conhecimento e, também, em termos dos benefícios que o PQSS é capaz de trazer para a organização no médio e longo prazo, principalmente, considerando o impacto sobre a mudança de

---

<sup>7</sup> Conforme GIL (2002) um problema é de natureza científica quando envolve variáveis que podem ser testáveis. Os problemas de pesquisa podem ser originados por razões de ordem prática ou intelectual. Todavia é bom lembrar que os problemas devem ser formulados buscando uma resposta que seja importante para subsidiar determinada ação.

cultura e sobre o capital intelectual.

Melhorar continuamente o nível de qualidade de produtos e/ou serviços; incrementar a capacidade de inovação, diante da dificuldade de estabelecer vantagens competitivas; e reduzir custos e desperdícios foram três aspectos destacados no início desta seção por serem motivadores das ações organizacionais na atualidade. Neste trabalho, estes aspectos são examinados sob a óptica da implementação do PQSS, os quais, por alguns indícios já descritos acima, merecem ser estudados como parte fundamental do propósito do Seis Sigma.

De forma mais concreta, a pesquisa aqui apresentada priorizou discussões acerca de teorias que descrevem componentes essenciais para o sucesso do PQSS. São elas: a orientação estratégica e o alinhamento estratégico, no âmbito estratégico; o uso da medição de desempenho organizacional, no âmbito do desempenho organizacional; a aplicação do pensamento estatístico e a utilização da metodologia sistematizada Seis Sigma, dentro do contexto do uso da Estatística; e a formação e capacitação das pessoas, como um incremento significativo para a elevação do capital humano e intelectual da organização.

A proposição de modelos de referência para estruturar o PQSS não tem sido comumente explorada na literatura, especialmente, como resultado da articulação das várias teorias mencionadas acima. Nesta tese, foi elaborado um enlace de teoria e prática para identificar e avaliar componentes essenciais para se estruturar o PQSS.

Para dar sustentação à proposição do Modelo de Referência, dois procedimentos de pesquisa foram adotados. Primeiramente, uma pesquisa teórico-conceitual foi realizada não apenas com o intuito de compor o referencial teórico, mas também com o objetivo de identificar e agregar outras teorias ao contexto do Seis Sigma. Em seguida, uma pesquisa com abordagem qualitativa foi efetuada para obtenção de dados primários. Neste caso, a pesquisa empírica se baseou no estudo de múltiplos casos como método de pesquisa, o qual envolveu quatro organizações transnacionais de origem norte americana, instaladas nos estados de São Paulo e Minas Gerais. A elaboração do Modelo de Referência seguiu da combinação dessas duas fontes de dados, isto é, da fonte de dados secundária (teoria/literatura) e da fonte de dados primária (estudos de casos).

No concernente a avaliação dos componentes do modelo, uma pesquisa

baseada na abordagem quantitativa foi desenvolvida. Esta pesquisa, que foi respondida por especialistas, visou extrair uma avaliação preliminar sobre a relevância dos componentes que foram incluídos como essenciais para estruturar o PQSS.

O referido Modelo de Referência institui uma estrutura para gerenciamento do PQSS. Seu propósito é estabelecer requisitos necessários para estruturar o programa, de tal modo que ele possa ser entendido e implementado de forma ampla na organização.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, presume-se que a utilização do Modelo de Referência ora proposto beneficiará a organização a explorar de maneira mais eficiente as potencialidades desenvolvidas para gerar mais satisfação aos seus clientes. Dentre elas:

- Gestão pró-ativa, com a definição de metas de desempenho para a empresa e com a colaboração entre áreas, clientes e fornecedores;
- Priorização da infra-estrutura de tecnologia de informação, alinhamento estratégico e uso da medição do desempenho organizacional no direcionamento de projetos que impactam no cliente;
- Mudança de cultura e aprendizagem, por meio da utilização de linguagem, métodos e técnicas mais consistentes com uma abordagem científica de resolução de problemas - uso do pensamento estatístico;
- Aumento da efetividade operacional e da confiabilidade de produtos/serviços e processos, com a redução da probabilidade de defeitos e falhas obtida pela aplicação da metodologia sistematizada Seis Sigma;
- Aumento do capital humano, com a capacitação/especialização das pessoas; com o estímulo à criatividade; com o comprometimento; e com o trabalho em equipes interfuncionais;
- Redução de desperdícios, derivada da racionalização de custos de produção e da incorporação da mentalidade enxuta;

## **1.2 Justificativa e Relevância do Trabalho**

Ao se estudar a literatura sobre Seis Sigma, percebe-se pelo volume de artigos e livros disponíveis que ainda há certa carência de estudos mais teóricos sobre o

Seis Sigma. Aparentemente, este aspecto tem limitado as discussões sobre o assunto, conforme mencionado por LINDERMAN et al. (2003) quando destaca que “...à medida que faltam teorias sobre Seis Sigma pouco se pode fazer além dos estudos de pesquisa sobre as “boas práticas”. Então, para conduzir pesquisas sobre Seis Sigma, o ponto inicial deve ser a formulação e identificação de teorias usáveis que sejam relacionadas ao fenômeno Seis Sigma” .

Assim, para que o assunto possa ser tratado com a relevância de uma pesquisa científica, entende-se que seja necessário tentar suprir, mesmo que parcialmente, essa carência. Por isso, a pesquisa priorizou a identificação de teorias aplicáveis e realmente úteis para compreender o Seis Sigma num contexto mais amplo.

Ao longo do desenvolvimento desta tese, foram examinadas situações da vida real com o intuito de tornar o tema de pesquisa mais compreensível e os argumentos mais convincentes. O aprimoramento de idéias e descoberta de novos *insights* foi priorizado, tendo como meta criar meios que facilitem a compreensão de como o PQSS tem impactado as ações dos níveis estratégico, gerencial e operacional nas organizações.

Como um tema fértil e de forte apelo prático, o Seis Sigma vem evoluindo no âmbito das pesquisas acadêmicas nestes últimos anos, o que pode ser constatado pelo crescimento das publicações em periódicos nacionais e internacionais, ou mesmo em reuniões científicas. Isto mostra que vários problemas de pesquisa estão sendo formulados e estudados.

### **1.3 Problema de Pesquisa**

Diante do leque vasto de funções e processos de negócios nos quais o PQSS se propõe ser aplicável, várias questões parecem ser pertinentes como motivação para um trabalho de pesquisa<sup>8</sup> mais aprofundado.

Toda pesquisa se inicia com algum tipo de problema ou indagação. No caso da pesquisa científica, um problema de pesquisa significa uma questão ainda não resolvida que seja objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento (GIL, 2002).

---

<sup>8</sup> Segundo CERVO & BERVIAN (1996), a pesquisa é uma atividade que parte de uma dúvida e que através do emprego de processos científicos busca uma resposta ou solução.

As formas de implementação e gerenciamento do PQSS ainda foram pouco estudadas no âmbito de ação dos pesquisadores acadêmicos brasileiros. Neste sentido, esta tese procura responder questões que demandam uma visão teórica e prática para que sejam respondidas de forma mais completa. Isto, na verdade, é uma forma de contribuir para o enriquecimento da literatura, e de criar a possibilidade para que o uma teoria mais consistente sobre o Seis Sigma seja desenvolvida.

As questões de pesquisa enumeradas abaixo serviram de motivação para elaboração do projeto de pesquisa que ao ser desenvolvido deu origem a essa tese. São elas:

**Questão 1.** Como são usadas as informações estratégicas na implementação e no gerenciamento do PQSS, a fim de se criar uma estrutura de implementação que aumente a coerência entre as abordagens estatística e estratégica do Seis Sigma?

**Questão 2.** Em face dos vários atributos qualificadores do PQSS listados na literatura, qual é efetivamente o papel do PQSS no âmbito das estratégias empresariais?

#### 1.4 Objetivos do Trabalho

Este trabalho tem como **objetivo geral** propor um Modelo de Referência para estruturar o PQSS.

Como **objetivos específicos** o trabalho busca:

- (i) Propor uma definição de Seis Sigma condizente com o uso combinado da visão estatística e estratégica do PQSS;
- (ii) Compreender de que forma o PQSS se inter-relaciona com as estratégias de elevação do desempenho organizacional e qual é o seu papel para que o Seis Sigma seja uma iniciativa de melhoria da qualidade eficaz;
- (iii) Compreender como a visão e a estratégia afetam a definição dos projetos Seis Sigma;
- (iv) Explicitar um Modelo de Referência para estruturar o PQSS e avaliar a relevância dos componentes essenciais do modelo.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

Esta tese está organizada em nove capítulos que visam apresentar o Seis Sigma de forma diferenciada, respaldada por um suporte teórico que facilite compreender o alcance do PQSS e por subsídios práticos que complemente os argumentos apresentados.

O **Capítulo 1**, ao mesmo tempo em que apresenta o trabalho realizado, tem o propósito de convidar à leitura dos capítulos subseqüentes. O capítulo é intitulado **“Introdução”**.

O objetivo principal do **Capítulo 2** é discorrer sobre o estado da arte, dando condições ao leitor de se familiarizar com o tema que será desdobrado nos capítulos que vêm em seguida. Em essência, o capítulo traz a definição e caracterização do Seis Sigma, por meio de um panorama detalhado sobre as tendências da literatura com relação ao Seis Sigma. Também são discutidos pontos acerca das abordagens estatística e estratégica do Seis Sigma; a definição de projeto Seis Sigma; e sobre as inovações que caracterizam o Seis Sigma do ponto de vista conceitual, metodológico, gerencial e estratégico. O capítulo é intitulado **“Referencial Teórico: fundamentação conceitual sobre Seis Sigma”**

O **Capítulo 3** traz aspectos importantes acerca da estratégia de pesquisa, abordagens, e métodos empregados para obtenção das evidências que dão sustentação para a tese. Ao longo do capítulo é apresentada a sistemática metodológica adotada para o desenvolvimento da tese como um todo, a qual inclui projeto de pesquisa teórico-conceitual, de pesquisa qualitativa e de pesquisa quantitativa. Além disso, o capítulo inclui os pressupostos e as hipóteses que direcionaram as pesquisas de campo. O capítulo é intitulado **“Abordagem Metodológica da Pesquisa”**.

O referencial teórico que fundamenta a tese é apresentado no **Capítulo 4**. Com o título de **“Referencial Teórico: teorias incorporadas ao contexto do Seis Sigma”**, este capítulo recupera aspectos teóricos relativos à estratégia; à orientação estratégica; à medição de desempenho; ao pensamento estatístico; à metodologia sistematizada Seis Sigma; à formação e capacitação dos recursos humanos; e à tecnologia da informação. Os assuntos discutidos neste capítulo reforçam e complementam o panorama de discussões sobre o Seis Sigma e foram incluídos aqui por estarem despontando na literatura por estabelecerem algum tipo de inter-relação

(direta ou indireta) com o Seis Sigma. Este capítulo constitui o pano de fundo para desenvolvimento e compreensão do trabalho.

Entrando mais especificamente na aplicação dos aspectos metodológicos da pesquisa qualitativa, o **Capítulo 5** descreve o processo de implementação do PQSS em quatro organizações transnacionais americanas que operam no Brasil, as quais são apresentadas aqui com nomes fictícios de: TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ. Os estudos de caso exploratórios são descritos, destacando especificidades do negócio e particularidades sobre o Seis Sigma em cada uma das empresas. O capítulo é intitulado **“Estudos de Caso: subsídios empíricos sobre a implementação do PQSS”**.

O **Capítulo 6**, intitulado **“Análise dos Dados dos Estudos de Caso”**, é composto pela análise dos dados obtidos nos estudos de caso. A análise procura destacar os principais tópicos cobertos no Capítulo 5.

Os resultados decorrentes tanto da pesquisa teórico-conceitual como dos estudos de caso são discutidos no **Capítulo 7**. Neste capítulo um Modelo de Referência para estruturar o PQSS é proposto e tem seus componentes detalhados à luz dos subsídios teóricos e práticos descritos nos capítulos anteriores. O título deste capítulo é: **“Proposta de um Modelo de Referência Para Estruturar o PQSS”**.

O **Capítulo 8** contém os resultados da análise estatística dos dados decorrentes da pesquisa realizada por abordagem quantitativa. A análise estatística que compõe o capítulo traz indicativos importantes sobre a relevância dos componentes do Modelo de Referência proposto no capítulo anterior. O capítulo é intitulado **“Avaliação do Modelo de Referência”**.

A tese é concluída no **Capítulo 9**, o qual expõe as conclusões e traz alguns comentários finais sobre os objetivos traçados e sobre limitações metodológicas. Além disso, são listados alguns pontos que servem como sugestões para trabalhos futuros. **“Conclusões”** é o título do capítulo final da tese.

# Capítulo 2

---

Referencial Teórico: Fundamentação Conceitual  
sobre Seis Sigma



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO: FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL SOBRE SEIS SIGMA

Este capítulo apresentará subsídios teóricos para compreender melhor o que é o Seis Sigma, por meio de uma descrição conceitual que inclui definições e a evolução da forma de abordagem. Na seqüência outros pontos fundamentais para o entendimento do Seis Sigma de forma mais abrangente serão focados. São eles: a origem e evolução do PQSS; a abordagem estatística do Seis Sigma; a abordagem estratégica do Seis Sigma; e a definição e caracterização dos projetos Seis Sigma.

### 2.1 Seis Sigma

Com a preocupação em adquirir um melhor entendimento sobre os processos<sup>9</sup> de manufatura, o cenário da gestão da qualidade evoluiu, indo ao encontro de alternativas que conjugassem a eficiência e a eficácia dos processos produtivos para obtenção de maior produtividade e lucratividade como respostas à elevação da qualidade (ECKES, 2001). O Seis Sigma<sup>10</sup> foi identificado por organizações como Motorola, General Eletric, Allied Signal, Citybank, entre outras, como uma dessas alternativas (CORONADO & ANTONY, 2002).

Seis Sigma é uma abordagem que vem ganhando repercussão no meio organizacional, especialmente, em função dos resultados divulgados pela General Eletric ainda no início da década de 90. A imagem de sucesso de algumas corporações respeitadas mundialmente incitou as pesquisas acadêmicas sobre o assunto. Os primeiros artigos foram mais descritivos e direcionados para divulgar a iniciativa estratégica da Motorola que foi criada para vencer a competitividade e atender as necessidades do mercado. Com uma abordagem de gerenciamento da qualidade total, a Motorola desenvolveu um programa de qualidade que priorizou a satisfação total do cliente a partir de três objetivos fundamentais: (1) qualidade Seis Sigma; (2) redução do tempo de ciclo e gestão participativa; e (3) cooperação entre organizações (MITCHELL,

---

<sup>9</sup> Será considerado **processo** todo conjunto estruturado de operações, atividades e tarefas inter-relacionadas que produzem um conjunto de saídas (*outputs*) por meio da aplicação de técnicas, métodos e práticas especificadas pelo protocolo organizacional (LEITNAKER et al., 1996).

<sup>10</sup> Seis Sigma é uma marca registrada da Motorola Inc.

1992).

No final dos anos 90 começaram a ser publicados os primeiros artigos para tentar explicar este fenômeno como um assunto de maior interesse da comunidade acadêmica.

Revisando a literatura, constata-se que o Seis Sigma foi inicialmente compreendido como uma iniciativa de melhoria da qualidade focada em medição, uso da estatística e numa meta de quase perfeição como seus pontos fortes (MITCHELL, 1992; MCFADDEN, 1993; TADIKAMALLA, 1994; BEHARA et al., 1995).

Após algum tempo, outras organizações adotaram o Seis Sigma; o que deu oportunidade para que outros enfoques ganhassem espaço na literatura. A descrição do Seis Sigma passou a traduzir seu alcance e flexibilidade, passando a ser caracterizada como uma iniciativa efetiva de se conseguir aumentar o desempenho organizacional. Textos mais completos sobre aspectos metodológicos do Seis Sigma foram publicados por HARRY & SCHROEDER (2000); ECKES (2001); PEREZ-WILSON (1999); PANDE et al. (2001); e ROTONDARO (2002).

Ao mencionar que para uma organização conseguir a melhoria de desempenho desejada com o Seis Sigma é preciso que ela mantenha um elo forte com o ambiente, mantendo-se informada sobre o que gera a insatisfação de seus clientes, para que sejam tomadas medidas corretivas direcionadas a minimizar essa insatisfação, LINDERMAN, et al. (2003) revelam sua preocupação com a orientação estratégica, reacendendo o significado do conceito de qualidade tão discutido por GARVIN (1992). Pode-se dizer que eles reforçam a idéia de que qualidade não deve ser tratada como um resultado a ser atingido; qualidade é, antes de tudo, um assunto estratégico.

Segundo HARRY (1998), os esforços para melhoria da qualidade possibilitam o aumento do potencial competitivo e o aumento da lucratividade, como resultado da redução da variação dos processos e da satisfação do cliente. Neste sentido, DALE et al. (2000) apontam que o Seis Sigma traz de volta a valorização da qualidade como um objetivo estratégico.

Neste sentido, os resultados de sucesso de organizações como Allied Signal, GE e Motorola não foram obtidos por acaso. Foi essencial que houvesse uma quebra de paradigmas; um forte estímulo à criatividade em busca de novas soluções; um intenso esforço em reduzir a variação dos processos; e uma grande atenção nas

expectativas e necessidades dos clientes (ZINKGRAF, 2000; BREYFOGLE III, 1999). Mais especificamente no caso da Motorola, Seis Sigma é visto como uma abordagem voltada para melhoria contínua, que de várias formas toma o lugar da Gestão pela Qualidade Total (INGLE e ROE, 2001). Naturalmente, que essa abrangência do Seis Sigma não é adotada por todas as organizações que possuem concomitantemente outros programas de melhoria da qualidade (McADAM e LAFFERTY, 2004).

Em termos mais operacionais o Seis Sigma caracteriza-se pela maior integração entre o corpo técnico envolvido com os sistemas produtivos e o pessoal ligado mais diretamente aos processos de negócios; pela priorização da obtenção de resultados financeiros por intermédio de um método estruturado, que vincula ferramentas analíticas a uma estrutura para a solução de questões críticas à sobrevivência e desenvolvimento dos negócios; e pela implementação de projetos criados para que a organização atinja uma determinada meta de desempenho como resultado de uma base comum de negócios: processos e clientes. Tais projetos diferenciados conceitualmente são denominados de projetos Seis Sigma. Mais adiante será possível compreender melhor o que são esses projetos.

A falta de consenso sobre como se definir o Seis Sigma estimulou um estudo mais detalhado sobre as diversas definições de Seis Sigma que podem ser encontradas na literatura desde a sua origem.

## **2.2 Definição de Seis Sigma**

Desde que foi desenvolvido pela Motorola nos anos 1980, o Seis Sigma se difundiu, adquirindo um caráter amplo que gerou diversidade no entendimento de sua fundamentação básica. Este fato pode ser um aspecto positivo da filosofia à medida que gera vários questionamentos, sobretudo, no que diz respeito à compreensão das práticas empregadas numa organização antes, durante e depois de ser implementado o primeiro projeto Seis Sigma.

Atualmente coexistem várias definições para Seis Sigma. MITCHELL (1992), por exemplo, assegura que na Motorola o Seis Sigma foi concebido para ser a iniciativa que conduziria à qualidade total e à satisfação total do cliente, sendo que para isso deveria ter um desempenho livre de erros com uma probabilidade de 99,99997%, para tudo que eles fizessem, ou seja, tanto em atividades dos processos de manufatura,

como nos processos administrativos ou no desempenho dos produtos. Já BEHARA et al. (1995) definem o Seis Sigma como a avaliação que significa melhor na classe com 3,4 DPMO (defeitos por milhão de oportunidades). Para HOERL (1998), definir tecnicamente o Seis Sigma não é tão importante quanto entender a abordagem como um meio quantitativo e disciplinado para a melhoria dos indicadores de processos de manufatura ou serviços. Discutindo que o Seis Sigma não tem um sentido único graças a sua amplitude contextual, PEREZ-WILSON (1999) associa vários termos ao Seis Sigma: *benchmark*, meta, métrica, filosofia, estatística, valor, estratégia e visão são os mais enfatizados. Por outro lado, HAHN et al. (1999) observam que o Seis Sigma não foi cuidadosamente definido nem pelos profissionais especializados e treinados para a implementação do PQSS, nem pela academia.

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

O enfoque principalmente operacional apresentado por DALE et al. (2000) considera que o Seis Sigma é baseado em idéias antigas da engenharia da qualidade destinadas ao entendimento e eliminação das causas de variação. Em consonância, DEFEO (2000) argumenta que o Seis Sigma é um método voltado para análise de dados que conduz à quase perfeição, sendo que seu diferencial está no esforço disciplinado em se detectar os erros antes que eles ocorram, examinando os processos repetitivos da organização, sejam eles nos projetos dos produtos, produção, comunicações, fornecedores, serviços, inspeção, tempo de ciclo e transações.

Na concepção de PANDE et al. (2001), o surgimento da filosofia Seis Sigma, por meio da implementação do PQSS, tornou ainda mais latente a necessidade de uma visão organizacional sistêmica; com foco em processo, gestão e melhoria; definindo projetos de impacto sobre a satisfação e valores dos clientes, com vistas à obtenção de resultados positivos tanto em desempenho operacional quanto financeiro.

CORONADO & ANTONY (2002) preocuparam-se em definir Seis Sigma como uma estratégia de melhoria de negócios, focando lucratividade, redução de custos da baixa qualidade, aumento da eficácia e eficiência das operações e a satisfação

dos clientes. SCHROEDER et al. (2002) propuseram três definições para Seis Sigma: (a) coleção de ferramentas e métricas; (b) abordagem de melhoria de processo, utilizando-se de método e linguagem comum; e (c) uma filosofia de negócio e cultura<sup>11</sup> que se difunde por toda a empresa.

Os autores fazem uma análise da opinião de diretores e de especialistas para chegarem à conclusão que definir Seis Sigma consiste em combinar cada uma das definições propostas ((a), (b) e (c)). Sobre os especialistas, refere-se aos profissionais que recebem um treinamento específico para resolver problemas seguindo a filosofia Seis Sigma. São os *Master black belt* (MBB), *Black belt* (BB) e *Green belt* (GB) os principais responsáveis pela implementação do PQSS.

Criticando a falta de trabalhos teóricos relacionando Seis Sigma a outras teorias, LINDERMAN et al. (2003, p.195) defendem que entender o Seis Sigma requer considerações sobre teoria de metas e definem: “Seis Sigma é um método sistemático e organizado para melhoria estratégica de negócio, desenvolvimento de novos produtos e desenvolvimento de serviços que conta com métodos estatísticos e outros métodos científicos para fazer reduções dramáticas nas taxas de defeitos definidos pelos clientes”. ANTONY (2004), também comenta sobre a lacuna entre teoria e prática relacionada ao Seis Sigma, e lembra a responsabilidade dos acadêmicos em suprir a carência teórica para explicar o fenômeno.

Da forma como foi exposto acima, pode-se perceber que a definição passou por uma evolução que, com o passar dos anos, representou um aumento de escopo. Nestes termos, tal evolução indicou uma mudança na visão dos estudiosos do assunto que se propuseram a criar definições que sintetizassem o sentido das várias aplicações e adaptações bem sucedidas às idéias iniciais que levaram à concepção do Seis Sigma.

Até pouco mais da metade da última década, os autores enxergavam o Seis Sigma sob um referencial mais técnico, operacional, voltado para o controle da qualidade e para a aplicação de métodos estatísticos. Esclarecer o significado estatístico da redução de variação para atingir a meta de desempenho de 3,4 DPMO foi o tema central dos primeiros trabalhos sobre Seis Sigma. Numa outra linha, os trabalhos

---

<sup>11</sup> Cultura é um conjunto de valores já incorporados pelo grupo e que pode ser observado pelo comportamento natural do mesmo.

publicados no final dos anos 90 e início do novo século preocuparam-se em introduzir aspectos de gestão, ora como impulsionadores, ora como limitadores do sucesso da implementação do PQSS. Ambas as caracterizações dependem de como os fatores críticos de sucesso são reconhecidos e identificados em cada organização, ao se decidirem pela implementação de seus projetos de melhoria com padrões de qualidade Seis Sigma (CORONADO & ANTONY, 2002).

A revisão bibliográfica sobre Seis Sigma concentrou-se na análise de artigos e livros disponíveis na literatura e possibilitou a construção da Tabela 2.1. Das publicações analisadas, as referências apresentadas na Tabela 2.1 são as que trazem mais explicitamente alguma definição de Seis Sigma, ao mesmo tempo que estabelecem alguma distinção entre as definições pré-existentes. Os resultados do levantamento bibliográfico encontram-se expostos em ordem cronológica. A Tabela 2.1 destaca autor(es), ano da publicação do artigo ou livro e definição conforme descrita pelo(s) autor(es). O período considerado cobriu de 1992 a 2005 e incluiu material bibliográfico de circulação nacional e internacional (artigos técnicos, *proceedings*, periódicos e livros).

TABELA 2.1 – Correspondência entre autor(es), ano de publicação, definição e assunto abordado no material bibliográfico analisado.

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>	<b>Assunto</b>
Mitchell (1992)	<i>“Iniciativa chave que dá suporte a companhia no seu plano de satisfação total do cliente”</i>	Controle estatístico de processos
McFadden (1993)	<i>“É uma abordagem dirigida ao cliente que fornece uma estrutura para gestão da qualidade”</i>	Metodologia Seis Sigma (DMAIC)
Tadikamalla (1994)	<i>“É um modo de medir a probabilidade de produzir um produto ou criar um serviço com zero defeito”</i>	Redução de defeitos; Metodologia Seis Sigma (DMAIC)
Behara et al. (1995)	<i>“É uma maneira de medir a probabilidade de a companhia poder fabricar ou produzir qualquer dada unidade de um produto ou serviço com zero defeito. É a categoria que significa “best in class”, com somente 3,4 DPMO”</i>	Redução de defeitos; Metodologia Seis Sigma (DMAIC)
<i>The Financial Times</i> (1997)	<i>“Um programa que visa a quase eliminação dos defeitos de todos os produtos, processo e transação”</i>	
Harry (1998)	<i>“Estratégia que abastece as companhias com uma série de intervenções e ferramentas estatísticas que podem levar a ganhos substanciais em lucratividade e qualidade, tanto para produtos como serviços”</i>	Metodologia Seis Sigma (DMAIC); Visão estratégica.
Hoerl (1998)	<i>“É uma abordagem quantitativa disciplinada para melhoria de métricas definidas em processos de manufatura, serviço ou financeiro”</i>	Aborda a filosofia para melhoria da qualidade

TABELA 2.1 – Correspondência entre autor(es), ano, definição e assunto abordado no material bibliográfico analisado (*Continuação*).

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>	<b>Assunto</b>
Blakeslee (1999)	<i>“É uma abordagem de alto desempenho, direcionada para dados para analisar as causas raízes dos problemas do negócio a fim de resolvê-los. Ela amarra os resultados de um negócio aos requisitos de mercado”</i>	Como reduzir variação; Melhoria do negócio; e gerenciamento
Finn (1999)	<i>“A mais proeminente metodologia de melhoria da qualidade. É tão importante para as empresas de manufatura que passou a ocupar uma posição estratégica”</i>	Metodologia Seis Sigma (DMAIC)
Hahn et al. (1999)	<i>“É uma abordagem quantitativa disciplinada para melhoria de métricas definidas em processos de manufatura, serviço ou financeiro”</i>	Disseminação da abordagem em toda a organização
Perez-Wilson (1999)	<i>“É um nível otimizado de performance que se aproxima do zero defeito em um processo de confecção de um produto, serviço ou transação. Ele indica a obtenção e a manutenção de uma performance de alto nível. O Seis Sigma não é uma metodologia. É um fim, não um meio”</i>	Metodologia Seis Sigma (DMAIC); Medição
Dale et al. (2000)	<i>“Seis Sigma é baseado nas velhas idéias de engenharia da qualidade destinadas a entender e eliminar as causas de variação e projetar a manufatura”</i>	Redução de defeitos; aplicação da metodologia Seis Sigma (DMAIC)
DeFeo (2000)	<i>“Metodologia comprovada para conseguir o retorno sobre o investimento (ROI)”</i>	Finanças; Lucratividade; Melhoria do negócio
Hahn et al. (2000)	<i>“É uma abordagem quantitativa disciplinada para melhoria de métricas definidas em processos de manufatura, serviço ou financeiro”</i>	Metodologia Seis Sigma (DMAIC, DFSS); evolução do Seis Sigma
Harry & Schroeder (2000)	<i>“É um processo de negócio que permite à companhia melhorar drasticamente seus limites inferiores projetando e monitorando diariamente as atividades do negócio de uma maneira que minimize o desperdício e os recursos enquanto aumenta a satisfação do cliente”</i>	Aspectos conceituais; descrição da filosofia e da metodologia Seis Sigma
Snee (2000)	<i>“É uma abordagem de melhoria de negócio que busca achar e eliminar causas de falhas e defeitos no processo de negócio, focando sobre as saídas que são de importância crítica para os clientes. É uma abordagem estratégica que trabalha através de todos os processos, produtos, funções da companhia e indústrias”</i>	Uso de ferramentas estatísticas; Mudança comportamental
Eckes (2000)	<i>“Mensuração técnica do desempenho em relação às exigências dos clientes. A busca da perfeição por uma filosofia cultural de insatisfação constante com o desempenho atual”</i>	Gestão de processo do negócio
Antony & Coronado (2001)	<i>“Uma estratégia para melhoria de negócios usada para aumentar a lucratividade do negócio, eliminar refugo, reduzir custo da não qualidade e melhorar a eficiência e eficácia de todas as operações, assim como encontrar, ou mesmo exceder as expectativas e necessidades dos clientes. É também um termo relacionado a 3,4 DPMO”</i>	Custos da qualidade.

TABELA 2.1 – Correspondência entre autor(es), ano, definição e assunto abordado no material bibliográfico analisado (*Continuação*).

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>	<b>Assunto</b>
Klefsjo et al. (2001)	<i>“É uma aplicação efetiva de técnicas estatísticas, distribuídas de uma forma inovadora que tem conseguido aceitação, uso e resultados por gerentes e associados de muitas organizações”</i>	Uso das ferramentas estatísticas de forma estratégica.
Pande et al. (2001)	<i>“Um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. É singularmente impulsionado por uma estreita compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística e a atenção diligente à gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios”</i>	Gerenciamento de processos; Metodologia Seis Sigma (DMAIC); Métodos estatísticos; Abordagem sistêmica
Coronado & Antony (2002)	<i>“Uma estratégia para melhoria de negócios usada para melhorar a lucratividade do negócio, eliminar refugo, reduzir custo da não qualidade e melhorar a eficiência e eficácia de todas as operações assim como encontrar, ou mesmo exceder as expectativas e necessidades dos clientes”</i>	Gerenciamento do programa
Han & Lee (2002)	<i>“É uma metodologia de inovação gerencial para produzir virtualmente todos os produtos sem defeitos baseado em dados de processo. Seis sigma emergiu do CEP nos anos 60 e 70 e tomou impulso nos anos 80, nos processos de manufatura discretos”</i>	Ferramentas estatísticas e atividades de gerenciamento da qualidade
Rotondaro (2002)	<i>“É um programa de melhoria de todo o negócio, que resultará em forte impacto nos resultados financeiros da companhia, aumentará a satisfação de seus clientes e ampliará a participação no mercado”</i>	Metodologia Seis Sigma (DMAIC)
Schroeder et al. (2002)	<i>“É uma coleção de ferramentas estatísticas, um processo para melhoria, uma linguagem comum e uma filosofia de negócio que se difunde na companhia inteira”</i>	Aspectos gerenciais e conceituais
Linderman et al. (2003)	<i>“É um método sistemático e organizado para melhoria estratégica de negócio, desenvolvimento de novos produtos e desenvolvimento de serviços que conta com métodos estatísticos e outros métodos científicos para fazer reduções dramáticas nas taxas de defeitos definidos pelos clientes”</i>	Teoria de metas
Sehwal & DeYong (2003)	<i>“Seis Sigma identifica e alinha iniciativas de melhoria com objetivos estratégicos e metas do negócio, e olha os processos chaves através do sistema por inteiro. Seis Sigma examina qualidade, como definida pelo cliente, a fim de focar os requisitos e expectativas que são realmente críticas e mensuráveis”</i>	Aplicação da metodologia Seis Sigma em operações de serviços
Antony (2004)	<i>“Seis Sigma é uma poderosa estratégia de negócios que emprega uma abordagem disciplinada para capturar variabilidade dos processos, usando a aplicação de ferramentas e técnicas estatísticas e não-estatísticas de forma rigorosa”</i>	Prós e contras associados ao Seis Sigma
Motwani et al. (2004)	<i>“Para nós, Seis Sigma é mais do que uma metodologia e um conjunto de ferramentas. É também um modo de pensar que possibilita-nos mudar o modo de trabalho para torná-lo mais dirigido aos dados. Seis sigma afasta-nos da decisão baseada na intuição”</i>	Estudo de caso (resultados obtidos pela Dow Chemical Company)

TABELA 2.1 – Correspondência entre autor(es), ano, definição e assunto abordado no material bibliográfico analisado (*Continuação*).

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>	<b>Assunto</b>
Pfeifer et al. (2004)	<i>“É um conceito de qualidade. Sua efetividade resulta da interrelação da estratégia descrita, da estrutura organizacional, dos procedimentos, das ferramentas e métodos”</i>	Comparação de Seis Sigma com Sistema de Gestão da Qualidade
Arnheiter & Maleyeff (2005)	<i>Hoje, Seis Sigma é uma estratégia abrangente de longo prazo para tomada de decisão mais do que um programa estritamente focado na gestão da qualidade.</i>	Integração de Seis Sigma e Lean Management

Da forma como foram apresentados os resultados na Tabela 2.1 dá para se ter uma idéia mais clara da evolução do significado do Seis Sigma. Analisando o cerne de cada definição surge o questionamento sobre qual seria a definição de Seis Sigma, na visão de quem implementa o PQSS em empresas que atuam no mercado brasileiro. Ao se observar o conjunto de definições explicitadas na Tabela 2.1 com seus respectivos anos de publicações, pode-se notar que, ao longo do tempo, as definições vieram ganhando abrangência, mostrando que o Seis Sigma está sendo cada vez mais inserido no âmbito da gestão de negócios; sem deixar de lado o caráter técnico e operacional de sua origem. E mais, que continua a ser fortemente direcionado para a aplicação de métodos estatísticos, enfatizando a redução da variabilidade em todos os processos envolvidos com o processo de negócio.

Sobre o foco de atenção dos autores, com maior frequência são encontrados trabalhos enfatizando a metodologia Seis Sigma. A redução de defeitos, como sinal da preocupação com a identificação das causas de variação, também aparece em boa parte dos trabalhos. Um outro aspecto que vale salientar, diz respeito às ações gerenciais envolvidas com o gerenciamento de processos; aspecto relevante no âmbito da implementação dos projetos Seis Sigma.

Como se pode constatar, a literatura não tem demonstrado uma congruência tão evidente no sentido de formalizar melhor a definição do Seis Sigma. Em princípio, o que se nota é uma preocupação maior em descrever as oportunidades de crescimento que o Seis Sigma proporciona e uma ênfase na identificação de componentes primordiais que favorecem a implementação do PQSS. Na bibliografia estudada, foco no cliente, comprometimento da liderança, treinamento, medição de

desempenho, conhecimentos de estatística, entre outros, constituem os tópicos mais evidenciados pelos pesquisadores acadêmicos como componentes primordiais.

A análise dos trabalhos publicados desde o início dos anos 1990 e a experiência prática junto a algumas organizações possibilitou propor a seguinte definição:

*Seis Sigma é uma abordagem que impulsiona a melhoria do desempenho do negócio e a valorização da satisfação dos clientes, por meio de um enfoque estratégico de gerenciamento; da aplicação do pensamento estatístico em todos os níveis de atividades; do uso de indicadores de desempenho; da utilização de uma metodologia sistematizada que integre técnicas variadas para se avaliar e otimizar processos; e da aprendizagem decorrente da capacitação e comprometimento das pessoas.*

Esta definição é resultado do entendimento de que para se definir Seis Sigma há de se considerar sua abordagem estatística e também estratégica, além da correlação com temas essenciais que auxiliam a compreender sua abrangência. Assim, ao ressaltar a contribuição destes temas na definição de Seis Sigma, um referencial temático para estruturar a implementação do PQSS é sugerido, e com isso, fica mais fácil de perceber que este programa possui propriedades de programas estratégico e também de programa operacional. Esta forma de correlacionar Seis Sigma com temas inseridos mais comumente em outras teorias não é freqüente na literatura.

Para perceber como se originou essa definição basta conferir que os temas destacados nela são apontados na síntese da revisão bibliográfica mostrada na Tabela 2.2, a qual salienta tópicos priorizados nas discussões dos artigos analisados na revisão bibliográfica.

Sobre a Tabela 2.2, vale destacar que a medição de desempenho será também objeto de destaque ao longo do desenvolvimento deste trabalho, não obstante seja um tópico menos explorado no contexto do Seis Sigma até o momento.

TABELA 2.2 - Síntese da revisão bibliográfica sobre Seis Sigma, destacando o foco principal da publicação.

Foco principal	Referência bibliográfica	
	Até 2000	De 2001 a 2005
Impacto no cliente; Orientação para o mercado	Tadikamalla (1994); Behara et al. (1995); Blakeslee (1999); Dale et al. (2000); Hahn et al. (2000).	Eckes (2001); Pande et al. (2001); Coronado & Antony (2002); Rotondaro (2002); Schroeder et al. (2002); Little (2003).
Comprometimento da liderança	Hoerl (1998); Hahn et al. (1999); Blakeslee (1999);	Antony & Coronado (2001); Coronado & Antony (2002); Schroeder et al. (2002).
Pensamento estatístico; Metodologia Seis Sigma (DMAIC/DFSS); Projetos Seis Sigma	Mitchell (1992); McFadden (1993); Tadikamalla (1994); Harry (1998); Dransfield et al. (1999); Finn (1999); Perez-Wilson (1999); Dale et al. (2000); Hahn et al. (2000); Harry & Schroeder (2000); Snee (2000).	Eckes (2001); Pande et al. (2001); Snee (2001); Snee & Rodebaugh Jr (2001); Han & Lee (2002); Rotondaro (2002); Goh (2002); Bañuelas & Antony (2003); Antony (2004); Bañuelas & Antony (2004); De Mast (2004); Santos & Martins (2004); Goh & Xie (2004); Ehie & Sheu (2005) Pinto (2005).
Capacitação e Aprendizagem	Harry (1998); Hoerl (1998); Hahn et al. (1999); Blakeslee (1999); Perez-Wilson (1999); Snee (2000).	Antony & Coronado (2001); Ingle & Roe (2001); Hoerl (2001); Coronado & Antony (2002); Linderman et al. (2003); McAdam & Lafferty (2004); Motwani et al. (2004).
Medição de desempenho	Hoerl (1998); Hahn et al. (1999); Blakeslee (1999); Perez-Wilson (1999).	Schroeder et al. (2002); Santos & Martins (2003); McAdam & Bailie (2002).
Abordagem estratégica e gerencial	Blakeslee (1999); Dransfield et al. (1999); DeFeo (2000); Eckes (2000); Harry & Schroeder (2000); Sanders & Hild (2000a); Sanders & Hild (2000b).	Ingle & Roe (2001); Coronado & Antony (2002); Snee & Rodebaugh Jr (2002); Schroeder et al. (2002); Goh & Xie (2004); Motwani et al. (2004); Wessel & Burcher (2004) Pfeifer et al. (2004); Arnheiter & Maleyeff (2005) Raisinghani (2005).

### 2.3 Origem e Evolução do Programa de Qualidade Seis Sigma

Desde que o foco no cliente passou a compor a orientação estratégica da maioria das organizações, o conceito de qualidade evoluiu, passando por diferentes eras. Primeiramente, representou o “atendimento às especificações dos clientes”, depois adquiriu um significado mais amplo de “satisfazer as necessidades dos clientes” e, mais recentemente, um significado ainda mais amplo que reflete a preocupação em, não somente satisfazer as necessidades dos clientes, como também “superar as expectativas dos clientes”. Essa evolução estabeleceu, de tempos em tempos, a tônica da orientação estratégica de muitas organizações, que reagiram indo ao encontro das necessidades de mercado, por meio de programas de qualidade caracterizados por ações eficientes sob a óptica dos clientes.

Como os programas de qualidade expressam o modo e o plano traçado pela organização para atingir seus objetivos de melhoria da qualidade, levando em conta as diretrizes e políticas definidas pela organização, no caso do Seis Sigma, para conseguir superar as expectativas dos clientes o programa de qualidade foi definido em dois níveis: gerencial e operacional.

Em nível gerencial, o enfoque foi acentuado nas atividades gerenciais voltadas para melhoria dos níveis de desempenho de processos, produtos e serviços. Em nível operacional, o programa se caracterizou por um conjunto de atividades visando reduzir variação em processos de fabricação, reestruturação de processos defeituosos<sup>12</sup>, entre outras atividades mais específicas do nível operacional.

A utilização de métodos estatísticos foi reafirmada pelo seu potencial de ajudar a diagnosticar as causas de variação. Como foram as operações de manufatura as que primeiro se utilizaram dos conceitos do Seis Sigma, foi no ambiente de produção que a aplicação dos métodos estatísticos ficou mais evidente. Porém, os processos não-técnicos, os administrativos, de serviços ou de transações também foram incorporados ao programa com êxito (MITCHELL, 1992; PEREZ-WILSON, 1999).

É importante destacar que, na proposição inicial do PQSS criada pela Motorola, houve uma forte ênfase no controle estatístico de processos (CEP) para gerenciar a qualidade total. Além disso, o programa consistiu numa iniciativa chave

---

<sup>12</sup> Quando um processo está irremediavelmente comprometido.

para promover a mudança de orientação estratégica da organização. Segundo MITCHELL (1992), a primeira e maior mudança que a organização sofreria com as iniciativas inseridas no PQSS seria: deixar de ser uma companhia orientada para dentro, para os processos internos, e se tornar uma companhia voltada para o cliente, orientada para o mercado.

Um dos aspectos muito valorizados sobre o PQSS refere-se à redução dos defeitos e dos custos decorrentes das deficiências nos processos, e a elevação do nível de qualidade, como benefícios que podem gerar maior satisfação para os clientes. Entretanto, tais reduções podem não resultar, de imediato, num benefício percebido pelos clientes que os torna mais satisfeitos. Antes de tudo, a redução de defeitos e de custos reflete economias para a organização, de modo que esse sim é um dos pontos fortes do PQSS.

Acerca dos aspectos apontados acima, DALE et al. (2000) ressaltam três fatores essenciais para o sucesso do PQSS que limitam a sua adoção pelas organizações como um todo. São eles: (a) o fato do programa envolver mudanças profundas no modo de pensar e agir das pessoas, o envolvimento da liderança, o treinamento e o entendimento sobre estatística; (b) o PQSS é um programa que requer um maior grau de sofisticação da organização para se conseguir aderência à filosofia como um todo, pois, uma organização que investe no Seis Sigma deve ser madura o suficiente para aceitar as mudanças; para trabalhar com equipes interfuncionais; e para ter seus processos principais controlados; e (c) há uma constante preocupação com a redução de defeitos como um fator crítico para o cliente.

Complementando os fatores operacionais descritos por DALE et al. (2000), LINDERMAN et al. (2003) ainda acrescentam que a mensuração do desempenho dos processos em termos de padrão sigma é uma particularidade do PQSS. Esse ponto será abordado com mais detalhes na seção seguinte.

HAN & LEE (2001) observam limitações para implementação do PQSS em organizações que não desenvolvam atividades *off-line* e que não utilizem processos de produção discretos, e ressaltam que o PQSS é aplicável quando se dispõe de uma quantidade elevada de dados; quando se têm conhecimentos mais aprofundados de estatística; quando há uma equipe de especialistas ou de consultores que definam metas e verifiquem o progresso de cada passo da implementação; e quando há uma

participação ativa de todos os membros da organização. Sobre este último ponto, os autores mencionam que as atividades propostas no PQSS não estão sendo desempenhadas de modo consistente e contínuo em todos os níveis de atividades. Pelo contrário, os ganhos financeiros resultantes da implementação do PQSS são originados das atividades aplicadas em uma pequena parte dos processos.

## 2.4 Abordagem Estatística do Seis Sigma

Historicamente, a estatística teve um papel fundamental no contexto do controle e gestão da qualidade. Não é de hoje que a estatística vem desempenhando papel central nos esforços de melhoria da qualidade, principalmente, pelo fato da variabilidade só poder ser descrita em termos estatísticos. A variabilidade é causa de vários fatores indesejáveis em nível de produto, serviços e processos que ocasionam elevação dos custos de produção, instabilidade, insatisfação dos clientes, entre outros pontos, que culminam na perda de oportunidades de elevação do desempenho organizacional.

Desde a origem do termo Seis Sigma há um significado estatístico importante. A letra “sigma” em estatística representa o desvio padrão de um conjunto de dados populacionais e tem a finalidade de quantificar a dispersão ou variação desses dados em relação à média. Como a variação está presente em todo evento real, então, esse é um ponto chave do estudo de processos, pois tudo varia até certo grau.

Falando ainda sobre a origem da terminologia criada, vale destacar que essa denominação dada pela Motorola teve inicialmente um sentido de representação do padrão de qualidade em termos de quantidade de desvios padrão ( $\pm 6\sigma$ ). A base veio de se considerar que os limites de especificação (inferior (*LIE*) e superior (*LSE*)) poderiam estar a uma distância de seis desvios padrão em relação à média, e que, portanto, essa quantidade de desvios padrão significaria a quase perfeição.

De fato, a evolução para o padrão  $6\sigma$  ocorre quando o percentual de itens dentro da especificação reduz de 99,73%, valor associado aos limites de controle ( $\pm 3\sigma$ ), para os 12 sigmas de amplitude dentro dos limites de especificação. Isto significa atingir um percentual de conformação de 99,9999998%, como se pode visualizar na Figura 2.1.

Vale ressaltar que a distribuição normal<sup>13</sup> possui um papel importante na estimação de itens fora da especificação, assim como no estudo da capacidade do processo. Relacionando o padrão  $6\sigma$  com os índices de capacidade de processo,  $C_p$  e  $C_{pk}$ , fica evidente que para se atingir o nível de qualidade pretendido pelo PQSS, os valores de ambos os coeficientes devem se igualar ao valor 2. Isto feito sob validação de distribuição normal para os dados, estabilidade do processo (processo sob controle) e distribuição centralizada dentro dos limites. Os índices de capacidade do processo  $C_p$  e  $C_{pk}$  são dados por:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6s} \quad (2.1)$$

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{m - LSE}{3s}; \frac{LIE - m}{3s} \right\} \quad (2.2)$$

onde,  $s$  é o desvio padrão do processo e  $m$  é a média do processo. A função desses índices é a de medirem o potencial do processo ( $C_p$ ) e o desempenho do processo ( $C_{pk}$ ).

Uma das unidades de medida mais utilizadas dentro da gramática do Seis Sigma é a PPM ou partes por milhão, a qual se refere ao número de unidades, partes de peças, ou produtos que serão defeituosos, se um milhão de itens forem produzidos. O uso desta unidade de medida é muito comum nos ambientes de manufatura de empresas que adotam o PQSS e podem significar também erros ou falhas. O DPMO (defeitos por milhão de oportunidades) também é utilizado para quantificar o desempenho do processo, à medida que indica quantos erros surgiriam se uma atividade fosse repetida um milhão de vezes, ou seja, é a razão entre o nível de performance do processo ou operação e o número total de oportunidades de defeitos.

O conceito sigma de medir defeitos ou falhas foi criado no início dos anos 80 como uma forma de desenvolver uma métrica universal que pudesse ser aplicada a diferentes produtos independentemente da complexidade ou dissimilaridades destes produtos (HARRY & SCHROEDER, 2000). A definição do padrão sigma em quantidade de defeitos simplificou a avaliação do desempenho em diferentes processos, já que introduziu em sua formulação um peso que representa a dificuldade do processo

---

<sup>13</sup> Distribuição normal é um modelo de distribuição de probabilidades. É também conhecido como gaussiana.

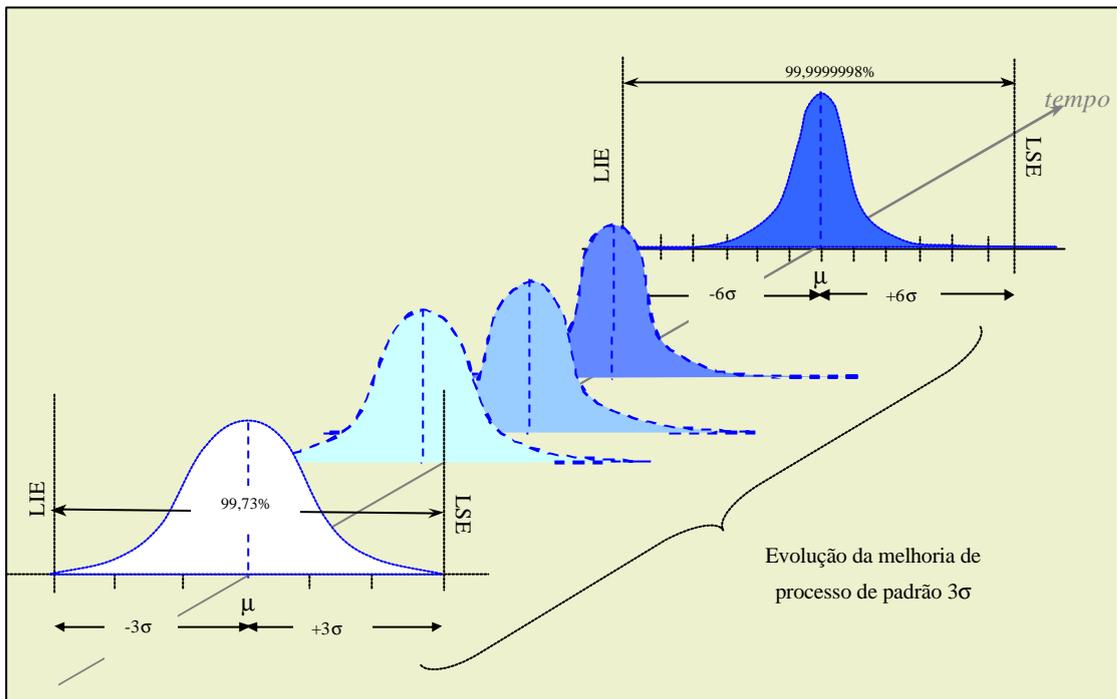
ou operação.

É interessante notar que, do ponto de vista estatístico, existe uma diferença entre a quantidade de desvios padrão e o padrão sigma traduzido em PPM ou DPMO. Conforme indica a Figura 2.1, um padrão  $6\sigma$  praticamente erradica os defeitos que conduzem à insatisfação dos clientes. De fato, 0,002 PPM é uma quantidade muito pequena de itens defeituosos. Entretanto, é comum se encontrar na literatura muitos trabalhos mencionando que o padrão  $6\sigma$  está associado com uma quantidade de 3,4 PPM de itens defeituosos, fato que parece um tanto contraditório à luz dos cálculos de probabilidade baseados na distribuição normal. Antes de esclarecer esta divergência, cabe mencionar que, para HARRY & SCHROEDER (2000), um defeito é algo que falha ao reunir as expectativas ou requisitos dos clientes. Em outras palavras, um defeito é alguma coisa que bloqueia ou inibe um processo ou serviço.

Retomando a divergência apontada acima, para PEREZ-WILSON (1999, p.176), a associação dos 3,4 PPM com o Seis Sigma provém de um mal entendido havido na interpretação de um documento produzido pela Motorola e destaca: "... a Motorola afirmou que se um processo fosse planejado para ser seis sigma determinando suas especificações como duas vezes a amplitude do processo, o processo seria extremamente robusto. Tal processo seria robusto; mesmo que ele fosse surpreendido por uma variação significativa ou negativa na média, como maior que +1,5 sigma; os clientes não perceberiam a diminuição da qualidade. Na pior das hipóteses, uma variação de 1,5 sigma faria um produto zero defeito ser 3,45 PPM e o cliente só perceberia um aumento de zero para três produtos defeituosos, assumindo uma produção de 1.000.000....".

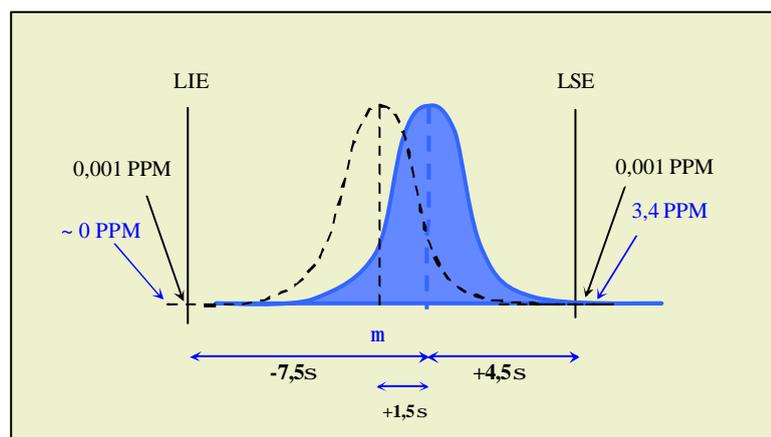
No tocante à possível variação a que está sujeita a média de um processo após vários ciclos de produção, MITCHELL (1992) salienta que as mudanças potenciais ao longo do processo são devido aos desvios do projeto, deficiência no controle de processos e instabilidade, tanto da matéria-prima como dos componentes. Porém, é possível adicionar outras fontes potenciais que podem levar à variação num produto; como pessoas, máquinas, métodos e ambiente.

A Figura 2.2 traz aspectos da curva de distribuição de probabilidades, quando a média não está centrada no valor nominal, mas sim deslocada  $+1,5\sigma$  do valor nominal.



Fonte: Elaborado pela autora

**FIGURA 2.1 – Representação da função densidade de probabilidades para um processo 3s evoluindo para um padrão 6s sujeito a pequenas oscilações na média.**



Fonte: Adaptado de HARRY (1998)

**FIGURA 2.2 – Representação da função densidade de probabilidades para um processo com padrão 6s que foi deslocado +1,5s do valor nominal.**

Acerca da utilização do padrão sigma de desempenho, PANDE et al. (2001) trazem algumas considerações sobre a não obrigatoriedade de uso da escala sigma; e ressaltam que “... é possível, antes de tudo, alcançar o desempenho seis sigma sem jamais olhar a tabela de conversão em sigma ...”. As Tabelas 2.3 e 2.4 descrevem duas escalas sigma. Na Tabela 2.3 considera-se que o processo é estável, centrado no valor nominal e a distribuição de probabilidades associada à medida avaliada é normal.

A Tabela 2.4 segue de se pressupor que, em longo prazo, a diferença entre o valor nominal e a média do processo no padrão  $6\sigma$  seja igual a  $\pm 1,5\sigma$ . A Tabela 2.5 traz uma escala sigma considerando outros valores para os desvios que a média do processo pode sofrer no longo prazo, em relação ao valor nominal.

Tabela 2.3 – Valores dos índices de capacidade ( $C_p$  e  $C_{pk}$ ) e quantidade de defeitos (PPM) pressupondo: processo centrado, estabilidade e distribuição normal.

Padrão sigma	$C_p$	$C_{pk}$	Defeitos (centrado no valor nominal)
$1\sigma$	0,33	0,33	317.311
$2\sigma$	0,67	0,67	45.500
$3\sigma$	1,00	1,00	2.700
$4\sigma$	1,33	1,33	63
$5\sigma$	1,67	1,67	0,57
$6\sigma$	2,00	2,00	0,002

Tabela 2.4 – Valores dos índices de capacidade ( $C_p$  e  $C_{pk}$ ) e número de defeitos (PPM) pressupondo: processo desviado  $+1,5\sigma$  do valor nominal, estabilidade e distribuição normal.

Padrão sigma	$C_p$	$C_{pk}$	Defeitos (média desviada $+1,5\sigma$ do valor nominal)
$1\sigma$	0,33	-	691.462
$2\sigma$	0,67	0,17	308.538
$3\sigma$	1,00	0,50	66.807
$4\sigma$	1,33	0,83	6.210
$5\sigma$	1,67	1,17	233
$6\sigma$	2,00	1,50	3,4

Tabela 2.5 – Número de defeitos (em PPM) correspondente ao padrão sigma para diferentes valores do desvio sofrido pela média ao longo do tempo.

Desvio do valor nominal	Padrão sigma						
	3 $\sigma$	3,5 $\sigma$	4 $\sigma$	4,5 $\sigma$	5 $\sigma$	5,5 $\sigma$	6 $\sigma$
0	2.700	465	63	6,8	0,57	0,038	0,002
0,25 $\sigma$	3.557	665	99	12	1	0,081	0,005
0,5 $\sigma$	6.210	1.350	233	32	3	0,287	0,019
0,75 $\sigma$	12.224	2.980	577	88	11	1	0,076
1,0 $\sigma$	22.750	6.210	1.350	233	32	3	0,287
1,25 $\sigma$	40.059	12.224	2.980	577	88	11	1
1,5 $\sigma$	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3,4

A Tabela 2.6 relaciona o efeito da capacidade do processo, medida pelos índices de capacidade  $C_p$  e  $C_{pk}$ , com o impacto no desempenho do negócio para os diferentes padrões sigma. Note que HARRY (1998) associa vantagem competitiva com a redução dos custos da baixa qualidade que é possível em razão do aumento da qualidade decorrente da diminuição do número de defeitos/falhas em produtos ou serviços.

TABELA 2.6 – Impacto do padrão sigma no desempenho do negócio.

Padrão sigma	DPMO	Custo da baixa qualidade	Posição competitiva
1 $\sigma$	691.462	>40% das vendas	<i>Não competitiva</i>
2 $\sigma$	308.538	30-40% das vendas	
3 $\sigma$	66.807	20-30% das vendas	<i>Média da Indústria</i>
4 $\sigma$	6.210	15-20% das vendas	
5 $\sigma$	233	10-15% das vendas	<i>Classe mundial</i>
6 $\sigma$	3,4	<10% das vendas	

Fonte: HARRY (1998)

É importante refletir sobre os padrões sigma expostos na Tabela 2.6 com a consciência de que a meta de desempenho não se aplica ao produto final ou serviço, mas sim, a uma única característica de qualidade (HARRY & SCHROEDER, 2000). Isto implica que a busca pela perfeição motivará a organização a identificar oportunidades de melhoria no sentido de elevar o padrão de qualidade dos diversos

processos que necessitam de um incremento (redução de defeitos) para que o produto ou serviço seja disponibilizado com um padrão de qualidade mais alto para o cliente.

Como se pode verificar, todo esse contexto teórico que envolve a definição de Seis Sigma pela óptica da Estatística faz parte da teoria desenvolvida para o controle estatístico da qualidade.

A identificação do padrão sigma em termos de índices de capacidade de processo, como procedimento básico para prever o desempenho de longo prazo de processos estatisticamente controlados, inclui várias suposições que foram inseridas por trás da idéia de obtenção de processos praticamente livres de falhas ao nível de  $6\sigma$ . Por esta razão, há de se considerar que as implicações do não conhecimento mais aprofundado dessas suposições podem comprometer os resultados da implementação dos projetos.

Algumas vezes a inspeção pode sugerir um desempenho de padrão  $6\sigma$  pela baixa proporção de defeitos nos produtos acabados que são destinados ao cliente. Todavia, a inspeção pode traduzir uma falsa realidade do padrão de qualidade, uma vez que não seja realizado um controle estatístico efetivo do processo que permita avaliar os índices de capacidades.

Um outro ponto importante de implicação direta na concepção do Seis Sigma é que existem situações em que os dados não seguem uma distribuição normal, seja porque a distribuição é assimétrica, ou porque há uma frequência mais alta do que se espera nas extremidades da curva de distribuição (caudas pesadas), ou porque a inspeção esconde causas especiais que seriam reveladas com a presença de pontos discrepantes<sup>14</sup>, ou porque há uma mistura de distribuições.

Conforme aponta MCFADDEN (1993), considerar que as variáveis de processo seguem uma distribuição normal é uma das suposições mais significantes na abordagem estatística do Seis Sigma. Acerca dessa suposição, vale ressaltar que muitas das ferramentas que são usadas para análise estatística dos dados partem do pressuposto da normalidade, entretanto, é importante perceber que em muitas situações práticas a curva de distribuição pode ter características que invalidam esse pressuposto.

PYZDEK (1995) discute a questão da não normalidade e assegura que a

---

<sup>14</sup> São também conhecidos como *Outliers*.

falha de entendimento sobre a normalidade pode levar a alguma descrição falsa da situação em que se encontra o desempenho do processo. Algumas das razões para esta impropriedade são: aumentos das taxas de defeitos; processos sub-otimizados; falhas para detectar causas especiais; e perda de oportunidades de melhoria. Na verdade, uma das graves conseqüências do desconhecimento das implicações derivadas da não normalidade é a perda de confiança no CEP.

Um outro aspecto é ressaltado por MONTGOMERY (2004), quando percebe que há certa inconsistência em se supor estabilidade de processo e, ao mesmo tempo, se considerar que a média pode flutuar em até  $1,5\sigma$  para longe do valor nominal (alvo). O fato de a média poder flutuar é um indicativo de não estabilidade e, portanto, de imprecisão em predições de número de defeitos, isto é, somente é possível fazer predições sobre o desempenho do processo quando ele é estável; o que significa dizer que tanto média como desvio padrão são constantes. Caso a média possa flutuar uma quantidade de até  $1,5\sigma$ , a predição de 3,4 PPM pode não ser muito confiável, uma vez que a média pode, eventualmente, flutuar até mais do que os  $1,5\sigma$  “permitidos” para um processo cujo desempenho de qualidade seja  $6\sigma$ .

Ainda neste contexto, MITRA (2004) aponta que pode haver um equívoco conceitual em se considerar que a capacidade do processo de longo prazo ( $z_{LP}$ ) e a capacidade potencial do processo ( $z_{CP}$ ), chamada de curto prazo, possam se relacionar matematicamente da seguinte forma:

$$z_{CP} = \frac{LSE - LIE}{2s_{CP}} \quad (2.3)$$

$$z_{LP} = \frac{LSE - LIE}{2s_{LP}} \quad (2.4)$$

$$z_{CP} = z_{LP} + 1,5 \quad (2.5)$$

onde,  $z_{LP}$  caracteriza o padrão sigma do processo no longo prazo e  $z_{CP}$  identifica o padrão sigma no curto prazo, e os desvios padrão  $s_{CP}$  e  $s_{LP}$  são medidas de variação de curto prazo e de longo prazo respectivamente.

Para entender essa caracterização, se faz necessário lembrar que os índices de capacidade do processo  $C_p$  e  $C_{pk}$  medem o potencial do processo e o

desempenho do processo respectivamente, e que a diferença entre ambos é quantificada justamente pela possibilidade de oscilações na média ao longo do tempo.

Com a utilização de subgrupos racionais na forma de amostragem, a estimação de  $s_{CP}$  é feita com base na amplitude média, conforme expresso em (2.6).

$$\hat{s}_{CP} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2.6)$$

onde,  $\bar{R}$  representa a média das amplitudes dos subgrupos e  $d_2$  é um valor tabelado que está baseado no tamanho do subgrupo; além de estar relacionado diretamente à construção das cartas de controle (MONTGOMERY, 2004).

Já a variação de longo prazo, quantificada por  $s_{LP}$ , é estimada usando todos os dados dos subgrupos coletivamente; o que significa dizer que é uma estimativa baseada em todas as observações relativas a um período mais longo de tempo que cobre os vários subgrupos racionais. Um estimador de  $s_{LP}$  baseado no tamanho do subgrupo é dado por:

$$\hat{s}_{LP} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{\bar{Y}})^2 / (mn - 1)}{c_4} \quad (2.7)$$

onde,  $Y_{ij}$  representa o valor da característica de qualidade;  $m$  e  $n$  representam, respectivamente, o número de subgrupos e o tamanho de cada subgrupo (supondo todos de mesmo tamanho); e  $\bar{\bar{Y}}$  é a média geral das  $mn$  observações coletadas.

Para mostrar que a relação (2.5) pode não ser válida em alguns casos, MITRA (2004) exemplifica numericamente uma análise de capacidade de processo, utilizando um conjunto de dados em que não se rejeita a hipótese de normalidade para a distribuição da variável  $Y$  e os cálculos do padrão sigma de curto prazo e longo prazo revelam que  $z_{CP} > z_{LP} + 1,5$ . Isto indica que, pelo menos empiricamente, há situações em que o desempenho do processo (longo prazo) pode ser bem inferior ao esperado pela descrição dada na abordagem estatística do Seis Sigma (conforme mostrado na Figura 2.2).

Observe que o padrão sigma aumenta com o aumento do valor de  $z$ , e

que, portanto, pode ser inviável em muitas circunstâncias conseguir que o impacto da aplicação da metodologia Seis Sigma seja tão significativo assim no longo prazo, a ponto de se chegar a uma taxa de defeitos de 3,4 PPM ( $z_{LP} = 4,5$ , considerando que o cálculo do padrão sigma siga a relação (2.5)).

Outras críticas podem ser encontradas na literatura sobre questões mal elucidadas pelos pesquisadores no concernente à aplicação da teoria estatística de controle e melhoria de processos, inserida nas discussões sobre o Seis Sigma (BAJARIA, 1999; MITRA, 2004). Isto reforça a idéia de que as suposições que fundamentam a abordagem estatística do Seis Sigma precisam ser mais cuidadosamente aplicadas para que seja possível explicar com mais precisão certos fenômenos que ocorrem no ambiente produtivo. Na verdade, mesmo depois de décadas, muitos dos resultados da teoria estatística ainda estão sendo aplicados indevidamente nos ambientes de produção.

## **2.5 Abordagem Estratégica do Seis Sigma**

Os trabalhos listados na Tabela 2.1 constituem uma amostra do que a comunidade acadêmica tem produzido sobre o Seis Sigma. A importância de se tratar a implementação do PQSS como um assunto estratégico é mais evidente nas publicações feitas após a virada do século (ECKES, 2000; ANTONY & CORONADO, 2001; ROTONDARO, 2002; CORONADO & ANTONY, 2002; LINDERMAN et al., 2003; entre outros).

Vista como um assunto estratégico, a implementação do PQSS é encarada como um meio que possibilita a melhoria de todo o negócio a partir do alcance dos objetivos estratégicos. Sobre este particular, há de se ressaltar que o enfoque estratégico não foi completamente explicitado como uma prática das empresas estudadas nas pesquisas empíricas descritas na literatura (BEHARA et al., 1995; FINN et al., 1999; HAHN et al., 1999; HAHN et al., 2000; SCHROEDER et al., 2002).

O estudo do Seis Sigma como um assunto estratégico demanda reflexão sobre a complexidade e abrangência traduzida pelo conceito de estratégia, já que retrata peculiaridades de um conceito abstrato que tem assumido ao longo da história da administração estratégica vários significados: mudança, integração, competitividade, resultados, posicionamento, objetivos, missão, desempenho, adequação organizacional,

entre outros (CAMARGOS & DIAS, 2003). Sobre essa diversidade de termos, QUINN & MINTZBERG (1991) esclarecem que somada a essa questão está a própria evolução da administração estratégica; o que dificulta um consenso no que se refere à criação de uma definição única, universalmente aceita na comunidade científica, ou mesmo, no meio empresarial.

O surgimento do vocábulo “Estratégia” surgiu ainda na Grécia Antiga com significado de “arte do general”. Desde essa época o significado do vocábulo adquiriu uma abrangência cada vez maior, mas sem perder seu propósito inicial de usar instrumentos e estratagemas para estabelecer caminhos vitoriosos.

Voltados para o contexto organizacional, QUINN & MINTZBERG (1991) ressaltam que “... uma estratégia é um plano que integra as metas principais da organização, políticas e seqüências de ações em um todo coeso que, se bem formulada, ajuda a ordenar e alocar recursos da organização numa postura única e viável...”. Para ANSOFF & MCDONNELL (1993), “... estratégia é uma ferramenta potencialmente muito poderosa para lidar com as condições de mudança que cercam a empresa hoje em dia; mas é complexa, sua introdução é dispendiosa e seu uso é caro...”.

DANSKY & BRANNON (1996), seguindo a teoria de PORTER (1986), consideram que estratégia consiste em planos da organização para conseguir vantagem competitiva em resposta ao ambiente. Já DAVIES (2000) assinala que “... o propósito prático da estratégia é fornecer um plano que empregue múltiplas entradas, opções e saídas para atingir as metas e objetivos da política da companhia...”.

Hoje, por sua abrangência, o conceito de estratégia acaba tendo uma aparente contradição, dependendo do enfoque utilizado. Isto ocorre por ser um conceito que na atualidade exige a integração de uma série de teorias e enfoques que limitam a formulação de uma definição objetiva (CABRAL, 1998). Por este motivo, DAVIES (2000) concorda com M. Porter quando ressalta que não há consenso sobre o que é uma estratégia corporativa e muito menos sobre como uma companhia deveria formulá-la. O autor esclarece ainda que, no contexto dos negócios, as políticas definem as metas e objetivos da companhia e seu domínio operacional. Já a estratégia é um projeto ou plano que define **como** as políticas deverão ser alcançadas. Enquanto a política é uma função legislativa que define o que deve ser feito, estratégia é uma função executiva que se preocupa com como os objetivos e metas serão atingidos.

ANSOFF (1993) trata estratégia como um conceito fugaz e abstrato, cuja formulação tipicamente não produz qualquer ação imediata para a empresa. Ela estipula direções gerais e estabelece foco para gerar projetos estratégicos. Enquanto os objetivos estratégicos representam os **fins** que a organização está pretendendo alcançar, a estratégia representa os **meios** para atingir esses fins. Por isso, estratégia e objetivos são intercambiáveis.

Em termos de alocação hierárquica da estratégia, a estrutura organizacional pode ser dividida em três níveis principais. São eles:

**Estratégia corporativa:** Aquela que orienta e conduz uma corporação de grande porte e diversificada em seu ambiente global, econômico, social e político (SLACK, 1999). A estratégia corporativa traz em seu cerne decisões mais abrangentes que comprometem a sobrevivência e crescimento de uma organização. O conjunto de decisões que a compõem é crucial para identificação dos objetivos, da missão e dos rumos da organização. É a estratégia corporativa que dá o direcionamento da corporação sobre os relacionamentos entre as unidades de negócio, as fronteiras da corporação, a seleção do melhor método de diversificação e a forma de competição entre as unidades de negócios. Dentre os métodos, pode-se listar: fusões, aquisições, incorporações, cisões e outros (CAMARGOS & DIAS, 2003).

A estratégia corporativa explicita como a corporação deve utilizar seus recursos e capacidades para construir e sustentar as vantagens competitivas que impactarão a conquista de clientes. A estratégia corporativa é aquela que envolve decisões que orientam e conduzem a corporação em seu ambiente global, econômico, social e político. Ela se refere a duas questões diferentes, a saber:

- (1) De que negócios a corporação deve participar? e
- (2) Como a matriz deve gerenciar a variedade de unidades de negócios?

Por meio da estratégia corporativa uma corporação faz com que o grupo represente mais do que a soma de suas unidades de negócios (MONTGOMERY & PORTER, 1998).

**Estratégia de negócio:** Aquela estratégia elaborada por cada unidade de negócio da corporação que estabelece como a unidade pretende competir em seus mercados; além de orientar o negócio sobre o ambiente que consiste em seus consumidores, mercados e concorrentes. Ambiente esse que, naturalmente, também inclui a organização da qual

faz parte.

A estratégia de negócios estabelece a missão e objetivos individuais de cada unidade de negócio, estabelecendo diretrizes sobre como cada unidade irá competir em seus mercados. Para DAVIES (2000), a estratégia de negócio define como as metas e objetivos do negócio serão atingidos; decide quais unidades operacionais serão usadas para atingir estas metas e objetivos; determina quais recursos serão necessários e como serão adquiridos e usados; além de estabelecer como essas unidades operacionais devem ser estruturadas.

A estratégia competitiva, como também é chamada a estratégia de negócios, diz respeito à criação de vantagem competitiva em cada um dos segmentos de negócios em que a corporação compete.

**Estratégia funcional:** Está diretamente ligada às funções do negócio. É o plano de ações definido por cada função da estrutura organizacional (produção, marketing, finanças, pesquisa e desenvolvimento, entre outras). Ele define como cada função pretende contribuir para atingir os objetivos estratégicos e/ou competitivos do negócio, identificando como devem melhor organizar seus recursos para apoiá-los (SLACK, 1993). A estratégia funcional estabelece os objetivos e ações para cada função no âmbito do negócio (Produção, Marketing, Compras, Finanças, etc).

A capacidade da organização de traduzir sua visão e sua estratégia de forma compreensível e factível, juntamente com a congruência e a clareza sobre o significado da visão estratégica e da estratégia formulada para atender às expectativas dos clientes são essenciais para que as pessoas, independente do nível hierárquico de suas atividades, compreendam como suas atividades individuais contribuem para a concretização dos objetivos de curto, médio e longo prazos definidos pela organização. Para EDWARDS e PEPPARD (1997), mais do que atender as expectativas dos clientes, a estratégia deve satisfazer as expectativas dos *stakeholders*<sup>15</sup>, ou seja, daqueles que podem influenciar significativamente o sucesso da organização.

A literatura que trata de assuntos relacionados à estratégia é vasta e variada. Parte dessa diversidade de publicações que trazem estratégia como tema central

---

<sup>15</sup> *Stakeholders*: clientes; fornecedores; acionistas; empregados e órgãos governamentais.

de discussão ressalta a relação da estratégia com competitividade e com desempenho organizacional (MILLER & CARDINAL, 1994; RAMASWAMY, et al. 1994; WRIGHT et al., 1995; FLYNN et al., 1995; PORTER, 1986; RAJAGOPALAN, 1996; ARMISTEAD et al., 1999; SMITH & REECE, 1999; DURAN & COEURDEROY, 2001; PAPKE-SHIELDS et al., 2001; JOSHI et al., 2003; MORGAN & STRONG, 2003, entre outros). Estes autores examinam algumas faces da relação estratégia-desempenho, alguns com enfoque na estratégia de negócio, outros na estratégia de produção, ou ainda, na importância do alinhamento estratégico. Entretanto, segundo MORGAN & STRONG (2003), há pouco consenso entre os pesquisadores sobre como essas relações ocorrem efetivamente.

Refletindo sobre a evolução sofrida pela visão do Seis Sigma, percebe-se claramente sua inserção na temática das discussões sobre estratégia. A associação do Seis Sigma com a oportunidade de ganhos financeiros tangíveis aproximou a implementação do PQSS dos assuntos estratégicos, de modo que os objetivos e metas estratégicas passaram a definir diretrizes para o PQSS. Com isso, o foco restrito de que o PQSS deveria ser um programa focado no gerenciamento da qualidade vem se perdendo, sendo notório, mais claramente, nas publicações científicas dos últimos cinco anos. Todavia, é importante notar que ainda não foram esclarecidas algumas questões sobre como a implementação do PQSS contribui para atingir esses objetivos e metas estratégicas. Propor que o PQSS seja um programa estratégico, por ser possível identificar nele propriedades fundamentais de um programa estratégico, pode ser o princípio para esclarecer algumas dessas questões.

De acordo com QUINN & MINTZBERG (1991), os programas estratégicos são aqueles programas principais que determinam o impulso e a viabilidade global da entidade. Para ARMISTEAD et al. (1999), um programa estratégico relaciona os processos de nível estratégico aos processos de suporte e operacionais. Cabe ressaltar que os processos de nível estratégico são aqueles que envolvem direcionamento e estão mais fortemente inseridos na formulação da estratégia e na definição de políticas para sua implementação. Estes processos são chamados de processos vitais ou processos críticos.

ANSOFF & MCDONNELL (1993) mencionam que o programa estratégico é responsável pelo potencial futuro dos lucros da organização. Com base

nesses argumentos e, considerando que o Seis Sigma é um programa de melhoria de todo o negócio, que resulta em forte impacto nos resultados financeiros da companhia (ROTONDARO, 2002), e que pode ser entendido como um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial (PANDE *et al.*, 2001), então, pode-se inferir que o PQSS reúne propriedades fundamentais de um programa estratégico.

Ao PQSS pode ser atribuída também a denominação de programa operacional, pois, conforme apontam ANSOFF & MCDONNELL (1993), os processos de suporte e operacionais constituem a principal cadeia de valor de mercado, isto é, estão voltados para a produção e distribuição de produtos ou serviços, além de direcionarem as diversas unidades da organização em sua atividade cotidiana de geração de resultados.

Compreendido como um programa que tem tanto propriedades de programa estratégico como de um programa operacional, o PQSS tem a tarefa de operacionalizar a visão estratégica. Por isso, entende-se que esse programa tem impacto tanto na formulação como na implementação da estratégia. De fato, como um programa de qualidade ele existe se houver um plano de ações para melhoria da qualidade que seja desenvolvido e ajustado à orientação estratégica.

Na verdade, ao tratar a implementação do PQSS como um assunto estratégico, vê-se com mais clareza a abrangência e a capacidade de atuação do programa nas várias áreas funcionais de uma organização. A influência sobre a formulação da estratégia competitiva, bem como sobre sua implementação segue de considerar o PQSS como um programa amplo, que, por um lado, pode ser um programa estratégico e, por outro, um programa operacional. BAJARIA (1999) reforça esse argumento ao afirmar que, em termos de estratégia, uma das mais importantes contribuições do PQSS vem dele não ser apenas um sistema de integração vertical. Boa parte da filosofia está baseada nas idéias de qualidade que, historicamente, são empregadas em sistemas horizontais. E mais, se por um lado, o PQSS tem um papel de direcionador, proposto para resolver problemas (sistema vertical), por outro, o programa é direcionado e assegura e controla as soluções (sistema horizontal).

A Figura 2.3 sintetiza uma lógica de relação da conceituação exposta acima, mostrando o PQSS como um programa amplo que é afetado pelos requisitos do



atividades das pessoas, na matéria-prima, entre outras fontes, consiste numa atividade primária sob a óptica do Seis Sigma.

Reduzir e eliminar desperdícios é uma forma de atacar as fontes de variação que vem sendo empregada como um esforço de melhoria contínua e de busca de perfeição. Este enfoque tem sido usado nas organizações, especialmente, depois do surgimento dos conceitos relacionados com *lean management* (gestão enxuta).

O termo “*lean management*” tem um sentido mais amplo do que *lean manufacturing*, pois descreve a idéia de um modo de gerenciamento enxuto, ou seja, uma forma de gerenciar as atividades com base em certos princípios fundamentais de “fazer mais com menos”, de procurar a melhoria contínua e de buscar a perfeição (RADNOR & BOADEN, 2004; ARNHEITER & MALEYEFF, 2005).

Direcionado ao sistema de produção, o termo *lean manufacturing* (manufatura enxuta) foi popularizado no ocidente após a publicação do trabalho de WOMACK et al. (1992). Estes autores criaram esta denominação para o Sistema Toyota de Produção, o qual refletia o *Thinking Process*<sup>16</sup> de Taichi Ohno. O Sistema Toyota de Produção foi criado na década de 50 como uma nova abordagem para a produção e objetivava a eliminação de desperdícios. Para alcançar este objetivo, foi necessário criar uma adaptação da produção em massa para os padrões de comportamento social dos trabalhadores japoneses. Com isso, técnicas para produção em pequenos lotes, redução de tempo de *setup*, redução de estoques, foco em qualidade, entre outras, foram empregadas (GODINHO FILHO & FERNANDES, 2004).

Em termos de evolução, a manufatura enxuta quebrou vários paradigmas cultuados pelos admiradores e usuários do sistema de produção em massa. O uso de líderes com autonomia para parar as linhas e corrigir defeitos de imediato foi uma das mudanças. Pelo lado da administração, a formação de uma cadeia de produção vertical, onde os fornecedores são responsáveis pela produção de componentes em lugar da concentração de todas as fases dentro do complexo industrial. Para substituir as ferramentas pesadas e altas produções pensou-se no uso de ferramentas mais versáteis, que fossem produtivas e não prejudicassem o sistema. A flexibilidade associada à versatilidade para homens e máquinas, aliada ao controle de estoques em níveis baixos e

---

<sup>16</sup> Refere-se ao modo de pensar, a mentalidade voltada para a redução de desperdícios.

sistemas eficientes de controle da produção são propriedades do sistema de produção enxuta.

A eliminação de desperdícios é um dos princípios da mentalidade enxuta que contribui para a redução dos investimentos internos e externos da organização em atividades que não agregam valor ao produto ou serviço sob a perspectiva do cliente (EMILIANI, 2001). Estes desperdícios podem envolver recursos humanos, materiais e financeiros que comprometem o potencial competitivo da organização. Conforme defende CONWAY (1992), citado por DRANSFIELD et al. (1999, p.109), desperdício é:

*“.... a diferença entre como as coisas são e como elas seriam se tudo fosse perfeito.... Quando nós falamos de desperdício, nós não estamos nos referindo apenas ao refugo e retrabalho numa fábrica. Nós interpretamos desperdício de várias formas: desperdício de material, de capital, de oportunidades, de tempo e de talento. ...Organizações desperdiçam talento humano quando elas não usam o cérebro, tempo e energia de todas as pessoas envolvidas num processo.”*

WOMACK & JONES (1996) destacaram a existência de sete tipos de desperdício numa produção que já estão amplamente difundidos. São eles: superprodução; espera; transporte excessivo; processos inadequados; inventário desnecessário; movimentação desnecessária; e produtos defeituosos. EMILIANI (2001) aponta a existência de um oitavo tipo: o comportamental, o qual é definido como comportamento humano que não agrega valor e que pode ser eliminado.

Na revisão bibliográfica feita por GODINHO FILHO & FERNANDES (2004) os princípios da manufatura enxuta são explicitados. São eles:

- (1) Determinar valor para o cliente, identificando cadeia de valor e eliminando desperdícios;
- (2) Trabalho em fluxo / simplificar fluxo;
- (3) Produção puxada / *Just in Time*<sup>17</sup>;
- (4) Busca de perfeição;
- (5) Autonomia / qualidade Seis Sigma;
- (6) Limpeza, ordem e segurança;

---

<sup>17</sup> Em linhas gerais *Just in Time* é uma prática gerencial fundamentada em três idéias básicas: integração e otimização de todo o processo de manufatura (redução ou eliminação dos sistemas desnecessários ao sistema global de manufatura); melhoria contínua; e satisfação das necessidades do cliente.

- (7) Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos;
- (8) Gerenciamento visual;
- (9) Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto.

Retomando os conceitos que compõem o Seis Sigma, percebe-se que a utilização dos princípios mencionados acima pode contribuir para acelerar o processo de implementação do PQSS. Como visto anteriormente, o Seis Sigma atua diretamente nas falhas/defeitos no processo produtivo, recorrendo aos mecanismos para redução da probabilidade de ocorrência de defeitos e aos conceitos relacionados com a melhoria da qualidade de processo, produtos e serviços de modo que promovam não apenas a satisfação dos clientes, mas cheguem à superação de suas expectativas.

No Seis Sigma, a redução de custos e a geração de recursos financeiros e intelectuais que promovam o aumento do desempenho organizacional pela redução da variação é primordial para garantir a aprendizagem, pois, como já foi mencionado, a variabilidade é causa de vários fatores indesejáveis que implicam no aumento dos custos de produção, instabilidade, insatisfação dos clientes, entre outros pontos, que culminam na perda de oportunidades de melhoria do desempenho organizacional.

Com a concorrência cada vez mais acirrada, ao longo dos anos, as companhias foram atualizando seus modelos de sistema de produção na tentativa de superarem suas fraquezas e abrirem novas oportunidades de crescimento. A redução dos custos de produção é palavra de ordem nas indústrias em geral neste início de século e tende a ser assim por muitos anos ainda. Neste sentido, aliar redução de custo e qualidade é um desafio cuja magnitude pode ser diminuída recorrendo ao Seis Sigma.

Assim, tanto no âmbito da abordagem estatística como da abordagem estratégica, os princípios da produção enxuta podem ser incrementados com o intuito de acelerar e aprimorar os ganhos tangíveis esperados pela organização com a implementação do PQSS, sejam eles resultados financeiros ou mesmo ganhos oriundos do aumento do nível de capacitação dos funcionários. Este último impactando diretamente no capital intelectual da organização.

Como a redução de variabilidade nas diversas oportunidades que abrangem a cadeia produtiva é uma preocupação das organizações que se valem da mentalidade enxuta, então, passa a ser prioridade para essas organizações reduzir a variabilidade associada com a demanda, com os processos de manufatura e com o

fornecedor (ARNHEITER & MALEYEFF, 2005). No que toca a manufatura, por exemplo, a preocupação não é apenas com a variação da qualidade do produto e dos custos de produção, há também a variação presente no desenvolvimento das tarefas. Aí aspectos relativos às pessoas também passam a receber uma atenção maior. A relação com fornecedor inclui incertezas frequentes sobre qualidade e tempos de entrega, as quais podem ser minimizadas com parcerias ou outras formas de cooperação produtor-fornecedor.

Recentemente, o termo “*Lean Six Sigma*” foi usado para descrever um sistema de gerenciamento que combina fundamentos do gerenciamento enxuto com Seis Sigma (ARNHEITER & MALEYEFF, 2005). Embora algumas grandes corporações já estejam empregando essa prática com resultados positivos, a literatura ainda carece de estudos empíricos que mostrem a eficácia teoricamente evidente dessa combinação.

Dentre os vários conflitos conceituais que existem sobre a gestão enxuta está a má interpretação de que a eliminação de desperdícios como estratégia para reduzir variação seja um objetivo exclusivo dos ambientes de manufatura. Também em operações de serviços os conceitos da gestão enxuta podem ser aplicados. Todavia, é raro encontrar relatos de estudos de caso que destaquem organizações do setor de serviços que estejam aplicando ativamente os princípios da manufatura enxuta.

Na verdade, todos os aspectos apontados acima refletem o modo de pensar da organização quanto ao que ela espera de retorno ao se decidir pelo Seis Sigma. Isto significa dizer que a redução de variabilidade não é alcançada simplesmente com a aplicação de técnicas e métodos estatísticos, mas sim com a consciência de que fontes de variação existem e sempre vão existir e, por isso, precisam ser estudadas para que sejam minimizadas. O esforço em melhorar continuamente, procurando a remoção de perdas e desperdícios é um princípio do pensamento enxuto que reforça o desenvolvimento dessa consciência; ao mesmo tempo em que está fortemente alinhado à proposta do Seis Sigma.

Como argumenta ARNHEITER & MALEYEFF (2005), o desempenho organizacional é determinado por interações complexas de pessoas, materiais, equipamentos e recursos. Portanto, uma organização que capitalize as duas forças (Seis Sigma e gestão enxuta) pode correr menos risco de falhar no propósito de atingir um nível de excelência absoluta.

## 2.7 Projeto Seis Sigma

Como foi ilustrado na Figura 2.3, a implementação do PQSS é impulsionada pela elaboração de projetos que propiciam um feedback sobre a implementação da estratégia. Assim, é imprescindível refletir sobre o significado real de um projeto, independentemente, de ser um projeto Seis Sigma ou não.

Planejar um conjunto de atividades para solucionar um problema nem sempre é tarefa fácil. Quando se utiliza métodos científicos para solução de problemas ou para explorar/estudar um tema de pesquisa de forma sistematizada, o planejamento da pesquisa se concretiza mediante a elaboração de um projeto. O projeto é o documento que formaliza e torna explícita as ações a serem desenvolvidas ao longo do processo de pesquisa (GIL, 2002). Compreender este conceito pode ser um primeiro passo para se definir formalmente um projeto Seis Sigma.

Pelo PMBOK (2004), um projeto obedece três características principais:

- (1) É um esforço temporário;
- (2) Destina-se a criar um produto, serviço ou resultado único; e
- (3) Tem uma elaboração progressiva.

Ser temporário significa dizer que tem um começo e um término pré-definido, mesmo que seu término seja provocado por algum impedimento que antecipe seu término. A unicidade é uma característica importante dos projetos que podem ser entregues. A elaboração progressiva é uma característica dos projetos que acompanham a propriedade de serem temporários e únicos. Além disso, a progressividade significa um desenvolvimento em passos que seguem ou sofrem incrementos.

Para SLACK (1999) um projeto:

- (1) Tem o objetivo de satisfazer as necessidades dos consumidores;
- (2) É uma atividade que se aplica tanto a produtos (ou serviços) como a sistemas (processos);
- (3) É por si só um processo de transformação;
- (4) Começa com um conceito e termina na tradução desse conceito em uma especificação de algo que pode ser produzido.

Resgatar a definição de projeto para melhor definir o que é um projeto Seis Sigma consiste num ponto fundamental neste momento.

A definição de projeto Seis Sigma é evidentemente um ponto crucial do

PQSS, já que envolve aporte de recursos humanos, materiais e financeiros que consistem num investimento cujo retorno aparece em médio ou longo prazo. Vários são os aspectos que motivam a definição de um projeto Seis Sigma, seja por serem oportunidades ou por serem ameaças. CARVALHO (2002) lista alguns destes aspectos: demanda de mercado; necessidades do negócio; requisito do cliente; avanço tecnológico; e exigência legal. Estes aspectos estão atrelados ao conhecimento do que é crítico para o mercado e à identificação de quais são os processos críticos para a organização. Logo, fatores externos e internos têm implicação direta no desenvolvimento de um projeto Seis Sigma.

### **2.7.1 O que é um projeto Seis Sigma?**

É possível observar que no ambiente empresarial existem divergências acerca de conceitos e definições associadas aos projetos Seis Sigma. Neste sentido, a literatura que trata este tema ainda está concentrada em resultados de organizações bem sucedidas; o que revela a existência de poucos subsídios teóricos que permitam compreender melhor os critérios utilizados pelas organizações para definir efetivamente o que é um projeto Seis Sigma.

Do que se pode perceber estudando o assunto pelo referencial da literatura e pelo contato com os especialistas que atuam nas organizações do Brasil, parece não haver uma consonância total sobre como definir um projeto Seis Sigma. Um dos pontos para essa pouca convergência conceitual deve-se ao fato de que mais atenção tem sido dada para a seleção dos projetos (ou critérios); aspecto que torna evidente uma das razões para a escassez de definições. Ao se considerar que os critérios podem variar de organização para organização, a definição de projeto Seis Sigma muda dependendo de tais critérios. Aparentemente, os critérios é que definem o que é um projeto Seis Sigma.

É evidente que a evolução da visão sobre o que é o PQSS, a não padronização dos cursos de treinamento de especialistas, o estágio de maturidade da organização no emprego da abordagem Seis Sigma, as prioridades estratégicas de cada organização, entre outros pontos, têm afetado a elaboração de uma definição consistente e de consenso entre os interessados nesse assunto.

A literatura acadêmica não estabelece tão bem uma definição formal que

permita diferenciar um projeto Seis Sigma de um outro projeto de melhoria. Todavia, quando são consultados especialistas, sejam eles MBB's, BB's ou GB's, quase sempre a diferenciação é estabelecida em função da causa de variação que afeta o processo crítico que requer melhoria nos padrões de qualidade ou em função da identificação de uma oportunidade de ganho decorrente de uma melhoria ou incremento num produto/serviço. Isto significa dizer que um projeto Seis Sigma é elaborado quando se pretende atacar efetivamente a causa raiz do problema.

Alguns trabalhos encontrados na literatura ajudam a complementar essa definição pouco formalizada pelos especialistas. PANDE et al. (2001) aponta que um projeto Seis Sigma não objetiva consertar, mas substituir um processo (ou uma parte dele) por outro renovado, que esteja ligado ao projeto de produtos/serviços em que os princípios do Seis Sigma sejam usados para criar novos produtos e serviços intimamente ligados às necessidades do cliente, sendo validados por dados e testes.

HAHN et al., 1999 mencionam que são projetos tipicamente derivados dos planos e metas estratégicas do negócio. Eles ainda podem ser de diferentes tamanhos e duração, além de serem altamente estruturados e se basearem em uma das três categorias de abordagem sistemática: (a) projetos de melhoria de larga escala; (b) projetos para solução de problemas crônicos que atravessam múltiplas funções da organização; e (c) projetos de equipe de trabalho dentro de um departamento (DeFEO, 2000). Sobre o direcionamento estratégico, ECKES (2001) destaca que ao definir um projeto, o patrocinador da equipe deve justificar o vínculo entre o projeto e o impacto sobre alguns objetivos estratégicos do negócio.

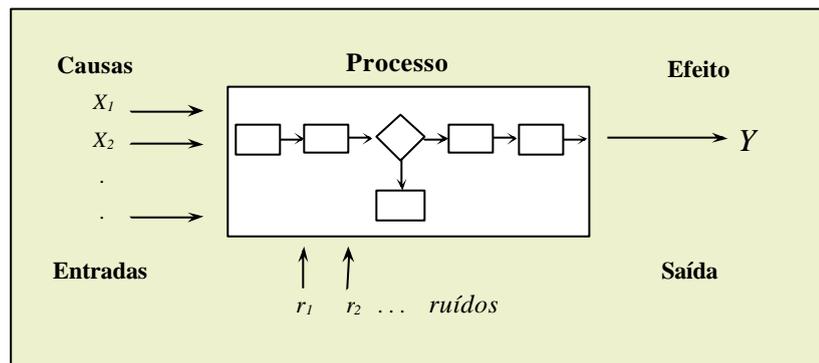
Com relação aos fatores críticos de sucesso, CORONADO & ANTONY, (2002) ressaltam que eles são ingredientes essenciais na definição dos projetos Seis Sigma, sem os quais um projeto tem pouca chance de se concretizar.

SNEE (2001, p.66) aproveita a definição de J. M. Juran que diz: “um projeto é um problema cuja solução está agendada”, e estende essa idéia para definir projeto Seis Sigma. Então, define um projeto Seis Sigma como: “um problema cuja solução está agendada, que tem um conjunto de métricas que podem ser usadas para configurar metas do projeto e para monitorar o progresso. É também essencial que seja identificado o processo que contém o problema. O processo fornece o foco e o contexto para o trabalho de melhoria no Seis Sigma”.

Nesta linha, pensando que um projeto Seis Sigma traz em seu cerne o propósito de reduzir variabilidade, aumentando a capacidade dos processos, pode-se considerar a seguinte representação estatística da relação de causa e efeito que descreve o objetivo de um projeto Seis Sigma:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) + e \quad (2.8)$$

onde,  $f$  representa o processo que requer melhoria;  $Y$  é a variável resposta associada às características de qualidade;  $X_i$ , para  $i=1, \dots, n$ , são variáveis de entrada (causas) ou variáveis de processo; e  $e$  representa um conjunto de variáveis não controláveis,  $r_1, r_2, \dots$  (ruídos), que provocam variações no processo e, conseqüentemente, na variável resposta ( $Y$ ). A Figura 2.4 ilustra a formulação expressa em (2.8).



Fonte: Adaptado de MONTGOMERY (2004)

**FIGURA 2.4 – Variável resposta (efeito) como função de variáveis de processo (causas) na presença de variáveis não controláveis (ruídos).**

Um ponto crucial na formulação apresentada em (2.8) é identificar as causas que afetam de forma significativa a variável resposta, pois é a variável resposta que representa a saída do processo, ou seja, o desempenho do negócio, a meta estratégica, o requisito do cliente. É pelo monitoramento de  $Y$  e por meio do controle das  $X_i$ 's que será avaliado se o objetivo de melhoria foi efetivado. Note que no caso de  $Y$  ser considerada insatisfatória, a melhoria somente será alcançada com mudanças nas entradas do processo e com a redução (se possível) do número de variáveis não controláveis que interferem no processo e na variável resposta.

Conforme aponta ROTONDARO (2002), um projeto Seis Sigma se

utiliza da Estatística como meio para identificar as causas *óbvias* e *não óbvias* que afetam o processo, de modo a eliminá-las, ou melhorá-las e controlá-las.

HAN & LEE (2002) definem que um projeto Seis Sigma visa à solução de um problema que pode ser representado pela formulação de um problema de programação matemática em que se tenta minimizar o custo da baixa qualidade usando variáveis que descrevem características de qualidade. Formulado com base nesta concepção, tem-se que um projeto Seis Sigma visa:

$$\text{Minimizar } \underset{CTQ_1, CTQ_2, \dots, CTQ_n}{CBQ} \quad (2.9)$$

tal que,

$$\begin{aligned} f(CTQ_1, CTQ_2, \dots, CTQ_n) &= 0 \\ q(CTQ_1, CTQ_2, \dots, CTQ_n) &\leq 0 \end{aligned}$$

onde,  $CBQ$  representa o custo causado pela baixa qualidade;  $CTQ_i$  é a  $i$ -ésima variável de processo crítica para o custo  $CBQ$ ;  $f$  é o modelo de processo; e  $q$  é um conjunto de restrições.

É importante notar que sendo uma filosofia focada na utilização de dados e fatos deveria ser possível quantificar todos os elementos necessários para que a solução seja obtida. No entanto, como aponta HARRY & SCHROEDER (2000), é bom ressaltar que muitos custos significantes relacionados à qualidade não podem ser captados pela maioria dos sistemas contábeis.

De um modo geral, mesmo podendo-se empregar mais de uma representação para a formulação de um projeto Seis Sigma, há um objetivo comum de se reduzir a variabilidade da variável resposta ( $Y$ ), minimizando os custos para melhorar a qualidade de produtos e serviços, e gerando um impulso não apenas para o desempenho operacional, como também resultados que impactem na satisfação do cliente e no desempenho do negócio.

Assim, do que foi exposto nesta seção sobre os projetos Seis Sigma, fica evidente a importância da visão sistêmica e do gerenciamento de processos para que o escopo dos projetos seja mais bem definido. À frente serão fornecidos mais detalhes

acerca da implementação dos projetos Seis Sigma e da contribuição que estes projetos podem dar em nível de desempenho organizacional.

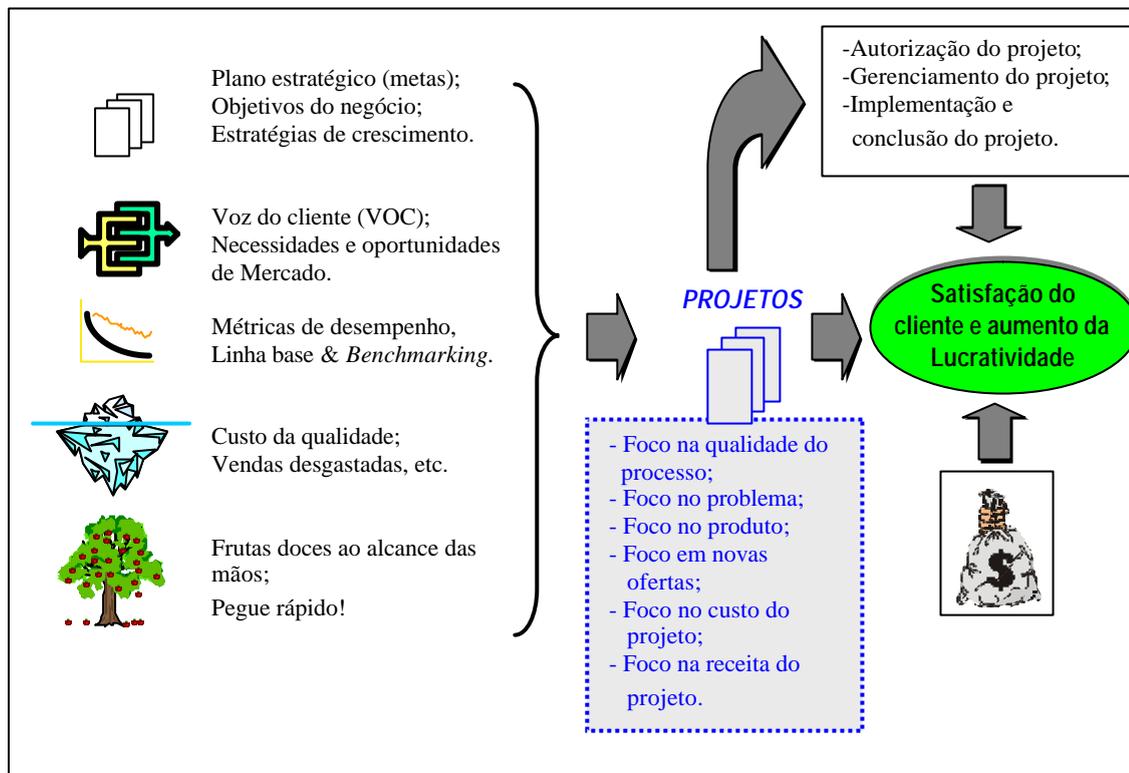
### **2.7.2 Características de um projeto Seis Sigma**

Dentre as condições necessárias para se caracterizar um projeto Seis Sigma constam:

- 1) Se os clientes interno e externo sentirão os efeitos benéficos da implementação do projeto;
- 2) Se o projeto está inserido no planejamento estratégico, de tal modo que seja apoiado pelos gestores;
- 3) Se o defeito está definido de forma clara e a melhoria pode ser quantificada e atingida;
- 4) Se as necessidades de mercado estão claras e possibilitam um ganho tangível em um período de 12 meses;
- 5) Se a metodologia Seis Sigma pode ser aplicada;
- 6) Se não requer investimentos elevados.

A Figura 2.5 caracteriza um projeto Seis Sigma e seus fatores de influência.

Os pontos listados acima estão em consonância com a indicação de PINTO (2005), quando abordou os critérios para seleção de projetos. Para a autora, a seleção de projetos é uma das etapas primordiais da implantação do Seis Sigma que requer preocupação com: problemas de desempenho; metas; acompanhamento do projeto; benefícios; programação da implementação; processo; ferramentas; capacidade e confiança; e orientação do projeto.



Fonte: Adaptado de material didático de curso de treinamento *Green belt* da Dupont

**FIGURA 2.5 – Caracterização de um projeto Seis Sigma**

## 2.8 Há Realmente Algo Novo no Seis Sigma

O questionamento sobre o que há de novo no Seis Sigma aparece com certa frequência em discussões entre pesquisadores da área de gestão da qualidade. Alguns acreditam que é mais um pacote; um modismo gerencial; uma nova onda. Outros menos céticos destacam que há aspectos potenciais interessantes, mas discordam de certos detalhamentos e suposições técnicas sobre a teoria estatística.

Revisando a literatura, constata-se que o Seis Sigma foi preliminarmente compreendido como uma iniciativa de melhoria focada em medição; uso de ferramentas estatísticas; na busca por alcançar uma meta de desempenho de processos pré-estabelecida; e na satisfação do cliente.

Observando a evolução sofrida pela abordagem do Seis Sigma desde a sua concepção, percebe-se mais claramente que é possível identificar três enfoques: o

enfoque conceitual; o enfoque metodológico; e o enfoque gerencial e estratégico.

### **2.8.1 Enfoque conceitual**

Um dos pontos notórios da filosofia Seis Sigma é a introdução de um novo conceito de qualidade que inclui valor econômico e utilidade prática tanto para o cliente como para a organização. Segundo HARRY & SCHROEDER (2000), “... qualidade é um estado no qual a denominação de valor é percebida pelo cliente e pelo fornecedor em cada aspecto da relação de negócio”. Esta nova definição de qualidade enfatiza aspectos pouco explorados até então em outras iniciativas de melhoria da qualidade.

A definição do padrão sigma para medir defeitos com base numa métrica universal que pode ser aplicada a diferentes produtos/serviços por meio da correlação direta entre o número de defeitos, o custo do desperdício e o nível de satisfação do cliente traz um enfoque novo para a forma de abordar os defeitos nos processos chaves. A identificação do *status* desses processos pelo padrão sigma estabeleceu uma forma de avaliar quantitativamente a posição competitiva da organização.

### **2.8.2 Enfoque metodológico**

Quanto às ferramentas utilizadas e consagradas para controle e melhoria de processos, como as prescritas no DMAIC e DFSS, não há novidades. Na sua maioria, as ferramentas estatísticas recomendadas e aplicadas já foram introduzidas há várias décadas por personalidades como W. E. Deming, Walter Shewhart e Kaoru Ishikawa, entre outros. Por isso, talvez o equívoco de alguns pesquisadores esteja em tentar discutir a inovação do Seis Sigma no âmbito do conteúdo teórico focado nos cursos de treinamento para BB's e GB's (veja HAHN et al. (1999) para mais detalhes).

A metodologia Seis Sigma compreendida como componente essencial do PQSS, apesar de ser baseada em ferramentas já conhecidas, traz alguns aspectos não contemplados em outras iniciativas ou programas de melhoria da qualidade: o caráter prescritivo para aplicação dessas ferramentas.

A sistemática de combinação e utilização do conjunto de ferramentas voltadas principalmente para melhoria da qualidade por método disciplinado é apontada por SCHROEDER et al. (2002) como um diferencial do Seis Sigma; algo que não havia

sido proposto anteriormente.

Para HAN & LEE (2002) o ponto central do sucesso do Seis Sigma é a aplicação do conhecimento sobre planejamento, modelagem e simulação de processos, controle e otimização integrados com conhecimentos estatísticos. Além disso, a existência de uma metodologia sistematizada permite um monitoramento e um método de diagnóstico que guia os engenheiros de processo a encontrar oportunidades de redução do *CBQ* e de melhoria do processo produtivo, tendo em vista a obtenção de melhor qualidade.

O fato de se valer de uma metodologia estruturada e sistemática que reforça e preserva certos valores imprescindíveis para a gestão da qualidade total é um outro aspecto ressaltado por KLEFSJÖ et al. (2001). Foco em processo; foco no cliente; comprometimento dos gestores; decisão baseada em dados e fatos; melhoria contínua; e participação e comprometimento de todos são valores da gestão da qualidade total sustentados pelo Seis Sigma.

### **2.8.3 Enfoque gerencial e estratégico**

Atentos ao enfoque estratégico, SCHROEDER et al.(2002) percebem que o PQSS dá um direcionamento sobre como desdobrar a estratégia, pois é uma abordagem voltada para o “como” fazer, muito mais do que para “o que” fazer.

KLEFSJÖ et al. (2001) destacam que, embora existam vários aspectos comuns a outros programas, a ligação explícita entre o tático e o estratégico na definição dos projetos Seis Sigma é um dos diferenciais. A utilização sistemática de técnicas eficientes, frequentemente estatísticas, para reduzir variação e melhorar processos com foco em resultados financeiros e no relacionamento com os clientes é um aspecto valioso e novo do Seis Sigma.

O foco em projetos é outro ponto a ser destacado sobre o aspecto gerencial. Neste sentido, GOH (2002) aponta que a implementação de projetos nos moldes do Seis Sigma, relacionados com problemas interfuncionais e multidisciplinares, traz em sua proposta uma forma fértil de se gerar e enriquecer idéias e técnicas tendo o pensamento estatístico como um denominador comum. Outro aspecto mencionado pelos autores é que a abordagem orientada para dados e projetos é uma característica fundamental que aumenta a habilidade de reconhecer, descrever, gerenciar, controlar e

mesmo utilizar a variação existente nos diversos processos.

O gerenciamento por projetos é uma peculiaridade observada no Seis Sigma que trouxe mais foco para as atividades e que possibilitou um maior comprometimento das pessoas. Esta forma de gerenciamento é um dos pontos fortes do Seis Sigma pelo fato de os projetos Seis Sigma serem formalizados por meio de um contrato interno formal celebrado entre membros de uma equipe de pessoas composta por profissionais de níveis hierárquicos e funções diferenciadas. Os componentes dessa equipe possuem características específicas em termos de preparo profissional, o que consiste num dos aspectos fundamentais do sucesso do Seis Sigma, destacado por CARVALHO (2002).

Além do já citado, a definição de metas de desempenho e resultados financeiros na formulação de projetos de melhoria e a associação do aumento da eficiência e da eficácia a um resultado financeiro pré-estabelecido foram aspectos destacados por SCHROEDER et al. (2002) como particularidades do Seis Sigma.

Quanto aos recursos humanos, o Seis Sigma trouxe como novidade: o investimento na criação de uma equipe de especialistas, ou seja, um grupo das pessoas mais aptas para desenvolverem e promoverem o aumento do desempenho organizacional, se valendo dos resultados da implementação de projetos direcionados estrategicamente.

Por fim, a existência de especialistas (BB's e MBB's) envolvidos em tempo integral com os assuntos relacionados com a implementação do PQSS é um outro aspecto que diferencia o Seis Sigma de outras iniciativas de melhoria da qualidade.

Neste capítulo foi apresentado o referencial teórico mais especificamente relacionado ao contexto do Seis Sigma, trazendo uma fundamentação conceitual imprescindível para compreensão do tema de pesquisa explorado na tese. No próximo capítulo serão tratados aspectos relativos à abordagem metodológica da pesquisa, a qual traz em destaque os procedimentos de pesquisa empregados no desenvolvimento da tese como um todo.



# Capítulo 3

---

Abordagem Metodológica da Pesquisa



### 3 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA

O interesse e a curiosidade do ser humano pela geração de conhecimento levam-no a investigar os fenômenos da realidade sob os mais diversos enfoques e níveis de aprofundamento. Segundo ALVES (1995), a atividade científica é uma forma de trilhar um caminho em busca de soluções para problemas cujo referencial teórico ainda não está suficientemente detalhado.

O método científico, que é um desses enfoques de investigação dos fenômenos da realidade, consiste num conjunto ordenado de procedimentos que se mostraram eficientes na busca do saber, ao longo da História (CERVO & BERVIAN, 1996).

GAY & DIEHL (1992) definem que o método científico é um processo ordenado composto por cinco passos principais: (1) reconhecimento e definição do problema; (2) formulação da hipótese; (3) coleta de dados; (4) análise dos dados; e (5) conclusões em função da confirmação ou rejeição das hipóteses.

O delineamento do conjunto de procedimentos ou passos que devem ser seguidos é parte fundamental de uma pesquisa científica, no sentido que auxilia o pesquisador a construir seus pensamentos, de forma lógica e formal, em busca de respostas para suas questões de pesquisa (YIN, 2005). Para CRESWELL (1994), o delineamento da pesquisa está relacionado ao processo completo de pesquisa, em que se parte dos objetivos e se finaliza com a apresentação de resultados conclusivos na forma de um documento padrão.

À luz da ciência, a validade e credibilidade dos resultados de uma pesquisa estão intimamente ligadas à abordagem de pesquisa e à escolha adequada dos métodos para atingir os fins a que se propôs tal pesquisa; sem deixar de considerar, evidentemente, que a metodologia não substitui o talento, a inteligência do pesquisador.

A adoção de um ou outro método depende de muitos fatores, segundo GIL (1999). Dentre eles, a natureza do objeto que se pretende pesquisar, dos recursos materiais disponíveis, do nível de abrangência do estudo e, sobretudo, da inspiração filosófica do pesquisador.

Como pesquisa científica, esta tese se apóia em um delineamento de pesquisa que visa à obtenção de resultados que possam contribuir para elucidar aspectos

ainda não esclarecidos sobre a implementação do PQSS.

Sendo assim, nas subseções que vem a seguir serão tratados aspectos fundamentais acerca da abordagem de pesquisa, do método de pesquisa e dos procedimentos escolhidos para delinear o desenvolvimento desta tese.

### **3.1 Delineamento Metodológico da Pesquisa**

Nesta seção, pretende-se fornecer uma breve visão sobre o delineamento metodológico da pesquisa. Esta visão deve facilitar a compreensão dos tópicos que serão abordados mais adiante, especialmente, no que diz respeito às escolhas de abordagem, método e procedimentos empregados no desenvolvimento da tese.

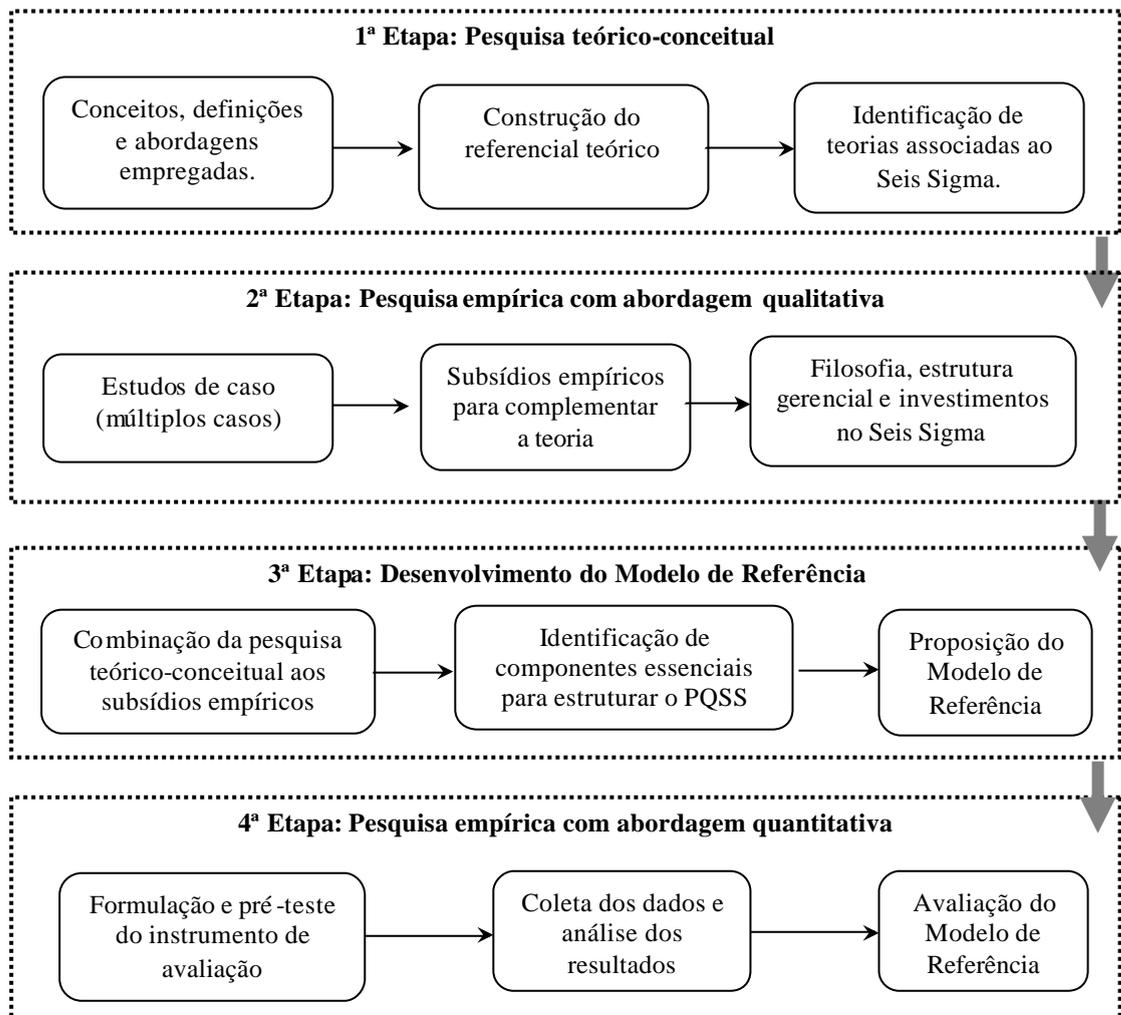
A Figura 3.1 que vem a seguir ilustra a lógica metodológica da pesquisa que foi utilizada para o desenvolvimento da pesquisa como um todo. A referida figura destaca quatro etapas centrais que integram o delineamento metodológico. São elas:

**1ª Etapa: *Pesquisa teórico-conceitual*** – Esta etapa foi determinante para o encaminhamento do trabalho como um todo, haja vista que permitiu a construção de um arcabouço teórico mais abrangente sobre o Seis Sigma. Além de permitir a elaboração do referencial teórico mais especificamente relacionado ao Seis Sigma, esta pesquisa teve como propósito identificar teorias que, quando incorporadas ao contexto do Seis Sigma, contribuem para embasar conceitualmente a proposição de um Modelo de Referência para estruturar o PQSS.

**2ª Etapa: *Pesquisa empírica com abordagem qualitativa (estudos de caso)*** – Esta pesquisa consistiu basicamente obtenção de dados primários provenientes da realização de quatro estudos de caso envolvendo empresas multinacionais de grande porte. As unidades de análise foram compostas por empresas de manufatura e de serviços selecionadas e dispostas a participarem da pesquisa. A coleta de dados e busca de evidências junto a essas empresas ampliou o leque de informações pré-existente sobre o Seis Sigma no que se refere à fundamentação conceitual, filosofia, motivo dos investimentos no Seis Sigma, abordagem estratégica, características gerenciais do PQSS e fatores críticos para o sucesso do PQSS.

As informações coletadas nesta pesquisa empírica complementaram a visão conceitual

adquirida na 1ª etapa e serviram como subsídios empíricos para a proposição do Modelo de Referência para estruturar o PQSS.



**FIGURA 3.1 – Esquema do delineamento metodológico da pesquisa.**

**3ª Etapa: Desenvolvimento do Modelo de Referência** – A proposição de um Modelo de Referência para estruturar o PQSS é o ponto central desta etapa. Para proposição desse modelo foi necessário combinar os indicativos da pesquisa teórico-conceitual com os subsídios empíricos dos estudos de caso. Para concepção do modelo foi necessária a identificação de quais componentes seriam essenciais para estruturar o PQSS. Estes componentes ditos essenciais, após serem identificados, foram associados buscando se criar uma visão sistêmica que ajuda a compreender melhor o alcance do PQSS. Mais

especificamente, o modelo traz como componentes: a orientação estratégica e o alinhamento estratégico; o uso da medição de desempenho; o pensamento estatístico; aplicação da metodologia Seis Sigma; e a formação e capacitação das pessoas.

**4ª Etapa: Pesquisa empírica com abordagem quantitativa** – Esta etapa final da tese se baseou numa pesquisa com abordagem quantitativa que foi realizada via Web. O intuito da pesquisa foi fazer uma avaliação preliminar dos componentes do Modelo de Referência proposto na etapa anterior. Para tanto, foram utilizados como fontes de evidências profissionais que, em geral, ocupam uma posição de nível tático/operacional (BB's), outras pessoas de nível estratégico (MBB's) e, ainda, pessoas que ocupam uma posição em nível operacional (GB's), de um modo geral. Esta pesquisa permitiu concretizar uma primeira avaliação sobre os componentes que sustentam o Modelo de Referência para estruturar o PQSS. Os dados referentes à aplicação do método quantitativo foram analisados estatisticamente.

Nas seções seguintes serão fornecidos mais detalhes acerca das justificativas metodológicas que sustentam cada uma das etapas descritas anteriormente.

### **3.2 Abordagens de Pesquisa**

De acordo com BERTO & NAKANO (2000) as abordagens de pesquisa são condutas que orientam o processo de investigação, estabelecendo formas de aproximação e de focalização do problema ou fenômeno de interesse. Além disso, dependem da natureza do problema e de sua formulação, do referencial teórico-cultural que o suporta e do grau de proximidade do pesquisador com o objeto de estudo.

No contexto das pesquisas organizacionais as pesquisas de abordagem quantitativa são mais tradicionais pela sua natureza empírica, e também por serem baseadas em métodos lógico-dedutivos. Por outro lado, desde os anos 70 as pesquisas de natureza qualitativa também vêm sendo aplicadas. Ao contrário da abordagem quantitativa, a abordagem qualitativa busca aproximar a teoria e os fatos através da descrição e interpretação de episódios isolados ou únicos, privilegiando o método indutivo, ou seja, o conhecimento das relações entre contexto e ação. Além disso, busca enfatizar a perspectiva da pessoa que está sendo investigada (NAKANO & FLEURY,

1996; BERTO & NAKANO, 1999).

Segundo BRYMAN (1989), a abordagem quantitativa traz em seu cerne a preocupação com a mensurabilidade; com a causalidade; com a generalização; e com a replicação do plano experimental.

CRESWELL (1994) lista alguns pontos típicos da abordagem quantitativa que permitem ao pesquisador se nortear sobre a escolha da abordagem a ser adotada. São eles:

- (1) A realidade é vista de forma objetiva, independentemente do pesquisador;
- (2) O pesquisador deve permanecer distante daquilo que está sendo pesquisado;
- (3) Os valores do pesquisador não devem influenciar a pesquisa;
- (4) A linguagem utilizada no trabalho deve ser impessoal e formal; e
- (5) Tem a intenção de criar generalizações.

É importante salientar que os cinco pontos referidos acima não obrigatoriamente estão amarrados à necessidade de existência de uma teoria consolidada acerca do assunto pesquisado. Também é possível se fazer estudos exploratórios por meio de método quantitativo, sem que haja a preocupação de se testar hipóteses associadas às variáveis mensuradas. Nesta abordagem, a inferência estatística é uma prática usual, especialmente, nos casos em que se buscam por conclusões que possam ser generalizadas além dos limites restritos da pesquisa.

Conforme mencionam BERTO & NAKANO (1999), o método de pesquisa qualitativa pode ser menos estruturado, não havendo necessidade, dependendo do método adotado, de hipóteses fortes no início da pesquisa; aspecto que confere a esta abordagem bastante flexibilidade. Além do mais, o subjetivismo passa a ser mais presente, com o pesquisador podendo interagir mais proximamente com o objeto de estudo, elaborando relatos e depoimentos que privilegiam aspectos internos e particulares do fenômeno de interesse.

Algumas características da pesquisa de abordagem qualitativa foram extraídas dos trabalhos de BRYMAN (1989) e YIN (2005). Elas estão apresentadas nos itens que seguem:

- (1) Permite maior proximidade do pesquisador com as circunstâncias que envolvem o fenômeno de interesse; dá um forte sentido de contexto;

- (2) Enfatiza a perspectiva do objeto sendo estudado;
- (3) Possibilita maior flexibilidade para estruturar e direcionar a pesquisa;
- (4) Utiliza-se de múltiplas fontes de evidência como estratégia para auxiliar o pesquisador a abordar o assunto de forma mais ampla e completa;
- (5) É recomendada quando o pesquisador tem baixo controle sobre os eventos observados;
- (6) Aplica-se quando o foco temporal está em fenômenos contemporâneos dentro do contexto de vida real; e
- (7) Pode ser indicada em situações em que o pesquisador deseja compreender e explicar o significado de um fenômeno social.

Os aspectos destacados acima estão alinhados com os propósitos metodológicos da presente tese. Por isso, esta tese é desenvolvida em sua maior parte à luz da abordagem qualitativa. Conforme indica CRESWELL (1994), esta abordagem é recomendada quando inexistente um sólido corpo teórico sobre o fenômeno sob investigação e quando as variáveis contextuais são consideradas importantes no problema. De fato, a literatura sobre Seis Sigma ainda carece de estudos teóricos e empíricos que contribuam para uma melhor reflexão e entendimento sobre o Seis Sigma. Além disso, a escolha pela abordagem qualitativa está relacionada diretamente ao tipo questão de pesquisa que motivou o desenvolvimento da tese, o que na visão de Yin (2005) é um dos critérios para escolha da abordagem.

Apenas numa etapa conclusiva do delineamento da pesquisa se recorre à abordagem quantitativa, uma vez que se busca um pouco mais de objetividade no tratamento das informações.

### **3.3 Método de Pesquisa Utilizado**

Como mencionado anteriormente cada abordagem de pesquisa baseia-se em um método científico. Segundo SALOMON (1991) os métodos científicos estão divididos em dois métodos gerais. São eles:

- *Método indutivo*: parte de constatações particulares e de enunciados sintéticos na busca da solução e visa chegar a conclusões genéricas; e
- *Método dedutivo*: baseia-se em alguns princípios ou leis, a partir do

raciocínio lógico, procurando observar as conseqüências específicas de uma teoria formulada.

Na concepção de PHEBY (1988) o raciocínio indutivo se apega à observação e à sistemática de trabalho empírico como forma de geração de conhecimento, e envolve uma proposta de generalização a partir de premissas que são consideradas verdadeiras. Para GIL (2002), a influência do raciocínio indutivo na formação do pensamento científico é significativa. Ele serve para que a postura especulativa seja abandonada, em detrimento da observação como procedimento indispensável para a constituição do conhecimento científico.

É importante salientar que pela indução conclusões gerais são tiradas a partir de observações empíricas em um processo que vai de uma pressuposição até uma conclusão. Além disso, o raciocínio indutivo consiste num aspecto primordial para discutir os resultados provenientes das pesquisas empíricas, uma vez que a postura especulativa é abandonada e dá lugar ao conhecimento científico.

Nesta tese, o método indutivo é apropriado em face das questões de pesquisa formuladas como motivação sugerirem a busca por evidências empíricas que ajudem a compreender melhor o fenômeno investigado. De fato, no presente trabalho, o PQSS é discutido de forma ampla, cobrindo aspectos da teoria e das práticas organizacionais. Isto sugere a utilização do método indutivo, que aqui é utilizado com o intuito de extrair conclusões acerca da implementação do PQSS, cujo conteúdo seja mais amplo do que o das premissas utilizadas para se chegar a tais conclusões. Neste sentido, o raciocínio indutivo estabelece a lógica de investigação e de busca de evidências.

### **3.4 Procedimentos de Pesquisa Empregados**

Considerando as pesquisas em geral, segundo GIL (2002), há dois grandes grupos de procedimentos de pesquisa: (1) aqueles que se valem das fontes de dados secundários, cujas informações estão em forma impressa ou digital, como é o caso da pesquisa bibliográfica e da pesquisa documental; e (2) os procedimentos cujos dados são obtidos por fontes primárias, por informações fornecidas por pessoas, como nos casos da pesquisa experimental, da pesquisa *ex-post facto*, do levantamento

(*Survey*), da pesquisa participante, da pesquisa-ação e do estudo de caso.

No contexto das pesquisas organizacionais, BRYMAN (1989) considera quatro procedimentos principais. São eles: a *pesquisa experimental*; a *pesquisa de levantamento (Survey)*; a *pesquisa-ação*; e o *estudo de caso*. Destes, os dois primeiros estão associados à abordagem quantitativa e os dois últimos à abordagem qualitativa.

No âmbito da Engenharia de Produção, NAKANO & FLEURY (1996) destacam a pesquisa experimental e o *Survey* como procedimentos de abordagem quantitativa, e a *pesquisa participante*, a *pesquisa-ação* e o *estudo de caso* como procedimentos de abordagem qualitativa. BERTO & NAKANO (2000) acrescentam ainda as *pesquisas teórico-conceituais* à lista de procedimentos de abordagem qualitativa.

Nesta tese, os procedimentos relacionados à abordagem qualitativa estão mais alinhados com os objetivos descritos na seção 1.4 e com as questões de pesquisa que descrevem a motivação. Observe-se que o baixo controle da pesquisadora sobre as fontes de variação dificulta extremamente a realização de experimentos. Um outro aspecto é que as questões não incitam a quantificação e a objetividade num primeiro momento, o que poderia estimular a realização de um *Survey*.

Dentre os procedimentos de pesquisa qualitativa, a pesquisa ação e a pesquisa participante não são indicadas nesta tese pelo fato destas pesquisas exigirem um maior grau de envolvimento da pesquisadora no contexto que está sendo estudado. Além do mais, o caráter participativo e a interação não seriam necessários frente aos objetivos propostos.

Assim, a pesquisa teórico-conceitual e o estudo de caso foram os procedimentos escolhidos para dar sustentação para os resultados obtidos nesta tese. Em função disso, segue abaixo maior detalhamento sobre a conceituação desses procedimentos, segundo a óptica de NAKANO & FLEURY (1996), BRYMAN (1989) e BERTO & NAKANO (2000).

### ***Pesquisa Teórico-Conceitual:***

Como relata BERTO & NAKANO (2000), este procedimento “é produto de reflexões a partir de um fenômeno observado ou relatado pela literatura, compilação de idéias e opiniões de diferentes autores ou ainda simulação e modelagem teórica”. Ainda de acordo com estes autores, discussões conceituais advindas da literatura e

revisões bibliográficas podem ser classificadas como pesquisas teórico-conceituais.

### ***Estudo de Caso:***

Utiliza-se o estudo de caso como procedimento de pesquisa qualitativa em muitas situações, para contribuir com o conhecimento que se tem dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos e de grupo, além de outros fenômenos relacionados (YIN, 2005).

Para YIN (2005) a formulação da estratégia de pesquisa depende do tipo de questão de pesquisa proposta; da extensão de controle que o pesquisador tem sobre os eventos comportamentais atuais; e do grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos em oposição a acontecimentos históricos. O mesmo autor sugere a aplicação do estudo de caso quando a questão de pesquisa é do tipo “como” ou “por que” certos fenômenos ocorrem; quando o grau de intervenção do pesquisador é reduzido e ele não pode manipular os comportamentos relevantes do objeto de estudo; e quando o foco está relacionado ao fenômeno contemporâneo dentro do contexto de vida real.

Apesar de certas críticas sobre a inadequação deste procedimento com relação à possibilidade de se fazer generalização científica, BRYMAN (1989) adverte que “...o objetivo não é inferir a partir de resultados de uma amostra para população, mas engendrar característica e ligações de importância teórica ...”. Neste sentido, a generalização analítica está mais alinhada com o propósito do pesquisador que se vale do estudo de caso, sendo menor a preocupação em utilizar amostras representativas de populações e de se recorrer à inferência estatística.

### **3.5 A Pesquisa Teórico-Conceitual**

Como mencionado anteriormente, a pesquisa teórico-conceitual é um dos procedimentos aplicados no desenvolvimento desta tese. Sendo assim, esta seção se destina a apresentar os passos seguidos no desenvolvimento da pesquisa teórico-conceitual.

É importante ressaltar que a pesquisa teórico-conceitual pode ser utilizada como meio ou como fim. De fato, nesta tese, percebe-se que sua realização não apenas serviu como meio para construção do referencial teórico apresentado no

Capítulo 2, onde se descreve mais especificamente tópicos que permitem caracterizar o Seis Sigma como tema de pesquisa científica.

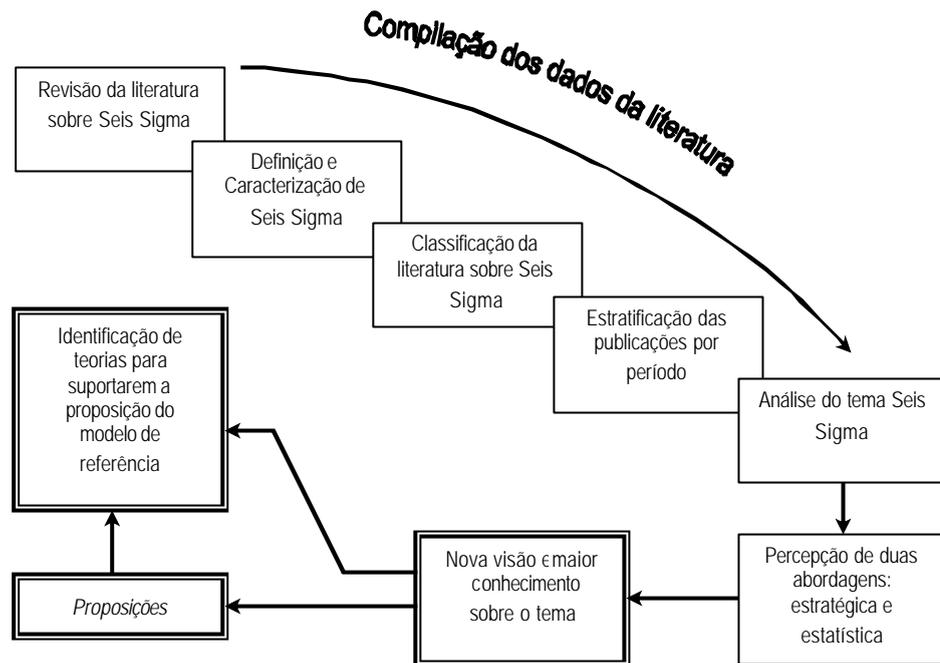
De forma mais explícita, a Figura 3.2 que vem abaixo resume a operacionalização dessa fase inicial do desenvolvimento da tese. De um modo geral, as etapas que descrevem a Figura 3.2 detalham o percurso seguido para o desenvolvimento da tese no tocante a sua concepção teórica.

A classificação das publicações apresentada na Tabela 2.2 foi uma parte primordial dessa fase inicial, haja vista que a partir do reconhecimento do foco principal das publicações foi possível identificar certas teorias que podem ser mais diretamente incorporadas ao contexto do Seis Sigma.

Assim, a pesquisa teórico-conceitual objetivou também a identificação de um conjunto de teorias que, ao serem combinadas harmoniosamente e integradas ao contexto do Seis Sigma, permitiram elucidar vários aspectos acerca dos requisitos necessários para o sucesso da implementação do PQSS.

Em face da identificação desse conjunto de teorias, foi possível, então, estabelecer um outro referencial teórico mais abrangente, o qual serviu de base para o desenvolvimento de uma visão conceitual do Modelo de Referência para estruturar o PQSS. Este segundo referencial teórico é apresentado no Capítulo 4.

Os tópicos explorados nos estudos de caso, cuja descrição e análise são apresentadas nos capítulos 5 e 6, seguiram do interesse em agregar subsídios empíricos a essa visão mais conceitual do Modelo de Referência. Logo, este modelo que, em um primeiro momento, pode ser entendido como um modelo conceitual, passa a incorporar uma visão empírica, decorrente da perspectiva das pessoas que estão cotidianamente envolvidas com o Seis Sigma.



**FIGURA 3.2 - Estrutura Metodológica da Pesquisa Teórico-Conceitual**

### 3.6 Pesquisa Empírica com Abordagem Qualitativa

Esta seção descreve os aspectos metodológicos associados ao plano de ação relativo ao desenvolvimento da pesquisa empírica com abordagem qualitativa. Como mencionado anteriormente, para buscar respostas para as questões de pesquisa apresentadas no Capítulo 1 (Introdução), foi empregado o método de pesquisa organizacional do tipo estudo de caso exploratório (múltiplos casos).

Do ponto de vista prático, vários aspectos justificam a utilização do estudo de caso (múltiplos casos) como método de obtenção de informações sobre as práticas organizacionais. São eles:

- O estímulo às novas descobertas; a ênfase na totalidade; e a simplicidade dos procedimentos (GIL, 2002);
- A tentativa de estudar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real; a coleta de dados por meio de observações diretas e entrevistas semi-estruturadas; a utilização de múltiplas fontes de evidências; e a falta de condições de manipulação dos comportamentos relevantes (YIN, 2005);
- O propósito de compreender aspectos que não estão bem esclarecidos ou

especificados (BRESSAN, 2000);

- O fato deste procedimento de pesquisa geralmente envolver o exame de um pequeno número de casos, tendo como propósito obter resultados generalizáveis em termos de proposições teóricas (generalização analítica) e não enumerar frequências ou calcular estimativas para inferência estatística (BRYMAN, 1989).

As etapas que detalham os estudos de caso são explicitadas nas subseções que vêm abaixo.

### **3.6.1 Definição da unidade de análise**

A definição da unidade de análise ou unidade-caso numa pesquisa qualitativa nem sempre é tarefa simples. Todavia, YIN (2005) fornece uma orientação geral para diminuir esta dificuldade. Sua sugestão é relacionar a definição da unidade de análise com as questões iniciais de pesquisa. Um ponto fundamental nesta etapa do trabalho é manter o foco para que cada caso seja realmente uma unidade de análise.

Neste trabalho, as unidades-caso foram escolhidas levando em conta elementos importantes para sua exequibilidade e, também, para que tivesse a abrangência esperada. Assim, a escolha das unidades se baseou nos seguintes critérios:

- (1) As unidades a serem estudadas deveriam apresentar similaridades potenciais àquelas já estudadas na literatura. Deste modo, poder-se-ia garantir que existiriam subsídios teóricos para se compreender melhor a estrutura de implementação do PQSS adotada pelas organizações;
- (2) A fase de implementação do PQSS foi um aspecto considerado relevante, diante do objetivo de compreender como o papel do PQSS pode estar relacionado com o estágio de maturidade da organização sobre o uso do Seis Sigma;
- (3) Quanto à posição geográfica, a estratégia adotada dá prioridade para a região sudeste por questão de proximidade e pela existência de número suficiente de empresas de interesse com disponibilidade de participar;
- (4) A diversidade de setores de mercado está sendo considerada um outro aspecto definidor da unidade-caso. Sobre este particular, o critério

baseia-se na premissa de que o fenômeno de interesse não está restrito às indústrias de manufatura. Por isso, a preocupação em pesquisar pelo menos uma empresa do setor de serviços. Ainda sobre a diversidade, foram excluídas empresas que sejam concorrentes num mesmo segmento;

- (5) A acessibilidade às unidades de análise e às fontes de evidências, bem como a disponibilidade de recursos financeiros para se chegar até elas, foi um outro critério considerado.

### **3.6.2 Protocolo de coleta de dados**

A fim de aumentar a credibilidade da pesquisa foi utilizado um protocolo como roteiro para a pesquisadora proceder com as entrevistas relacionadas ao objeto de estudo. O questionário contendo questões abertas foi elaborado, previamente testado, e adotado como instrumento de coleta de dados. Na estruturação do questionário procurou-se agrupar as questões por assunto.

O procedimento seguido na elaboração do instrumento buscou dar condições de se verificar junto às organizações se certos componentes sugeridos pela literatura podem ser considerados essenciais no contexto da implementação do PQSS das organizações estudadas.

A estrutura de disposição das questões foi baseada em cinco tópicos principais, a saber:

- I. Descrição e caracterização da empresa
- II. Aspectos relativos à filosofia, à definição de Seis Sigma e ao motivo dos investimentos no Seis Sigma;
- III. Características gerais do programa Seis Sigma: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento;
- IV. A formação dos especialistas, o comprometimento e o gerenciamento da equipe de participantes e responsáveis pelas atividades do Seis Sigma;
- V. Gerenciamento dos projetos Seis Sigma, o uso da medição de desempenho e forma de controle de resultados;
- VI. Os fatores de sucesso e os fatores de risco associados à implementação

do programa.

Um total de quarenta questões relacionadas aos tópicos de interesse compõe o questionário. Deste total, os tópicos II e IV são os de maior número de questões relacionadas, uma vez que neles estão inseridos assuntos menos explorados na literatura. Por isso, foi considerado que estes tópicos mereciam serem tratados com maior profundidade. A idéia básica foi tentar produzir resultados mais proveitosos para as discussões sobre o tema.

Em síntese, para se conseguir as informações práticas sobre o Seis Sigma, foi projetado um protocolo de coleta de dados que serviu de base e orientação para as entrevistas semi-estruturadas. Este protocolo contribui para saber e entender como, quando e por que o Seis Sigma passou a fazer parte da realidade das organizações pesquisadas. O protocolo pode ser consultado no Apêndice A.

### **3.6.3 Fonte de evidência e coleta de dados**

Os BB's foram escolhidos como os profissionais mais indicados para serem as fontes de evidência primária. Esta escolha se deve ao fato de serem profissionais diretamente envolvidos com o Seis Sigma; por serem pessoas treinadas para identificarem oportunidades e reconhecerem fraquezas nos processos produtivos; por serem aptos para sugerir e implantar os projetos Seis Sigma; por coordenarem equipes de GB's; e por estarem diretamente ligados aos MBB's e ao mentor dos projetos Seis Sigma (*Champion*) na maioria das organizações.

A coleta de dados se baseou em entrevistas semi-estruturadas realizadas com BB's e também na análise de alguns documentos impressos disponibilizados pelos entrevistados. Deste modo, múltiplas fontes de evidências foram utilizadas.

Este procedimento possibilita não somente verificar possíveis divergências fundamentais entre os depoimentos, mas também complementar o conteúdo levantado nas entrevistas. GB's e MBB's também compuseram uma fonte de evidência complementar.

O registro das declarações dos entrevistados de cada unidade de análise foi feito por meio de fita cassete, sendo cada declaração devidamente identificada com o intuito de obter o máximo possível de fidelidade dos dados coletados. Em seguida, estas

declarações foram transcritas, organizadas e preparadas em uma base de dados textual para posterior análise.

#### **3.6.4 Construção da base de dados**

A construção da base de dados foi uma etapa importante do ponto de vista da organização e registro dos relatos decorrentes das entrevistas semi-estruturadas.

O modo como são armazenados os dados e as informações oriundas das entrevistas garante mais confiabilidade ao estudo. Neste sentido, procurou-se padronizar a forma de registro de todo o material levantado ao longo do estudo de campo. Com isso, se conseguiu aumentar a rapidez de acesso aos registros sobre cada unidade-caso.

Embora os métodos formulados para analisar dados de uma pesquisa com abordagem qualitativa não sigam o mesmo rigor que no caso dos métodos quantitativos para inferência estatística, a formatação e forma de uso dos dados coletados requer organização e ordenação como um fator indispensável para aumentar a eficiência da análise.

Neste sentido, houve a preocupação de organizar os dados em textos ordenados de acordo com os tópicos de interesse tratados no questionário. Em seguida, esses dados passaram por análise cruzada. A idéia aqui foi criar um mecanismo que facilitasse não apenas o confronto dos resultados de cada unidade de análise como também a avaliação da validade das proposições listadas na seção 3.4.

#### **3.6.5 Análise das evidências**

De acordo com YIN (2005), três estratégias podem ser utilizadas para análise das evidências ou dos dados de um estudo de caso: (1) verificar a validade proposições teóricas; (2) verificar explicações concorrentes; e (3) descrições de caso. Nesta tese, a estratégia baseada na verificação da validade de proposições foi escolhida. Ela reflete uma harmonia entre o conjunto de questões de pesquisa e a compilação dos dados levantados na revisão da literatura.

A opção adotada acima está em consonância com as indicações de YIN (2005), o qual aponta que a proposição é um exemplo de orientação teórica que serve como guia de análise do estudo de caso. Além disso, esse mesmo autor destaca o fato da

proposição reforçar o foco em certos dados e ignorar outros; dela auxiliar a organizar todo o estudo de caso e de definir explicações alternativas a serem examinadas; e de facilitar a busca de respostas para questões do tipo “como” e “por que”. Como se pode notar pelas questões de pesquisa em destaque no Capítulo 1, este é mais um aspecto que é justificado pelas indicações de YIN (2005).

Assim, as seguintes proposições refletem as questões de pesquisa que motivaram a coleta de dados.

**Proposição 1:** As organizações multinacionais que operam no Brasil se valem da combinação da abordagem estratégica juntamente com a abordagem estatística como um fator primário para estruturar a implantação do PQSS.

**Proposição 2:** A implementação do PQSS numa organização multinacional requer investimentos que vão além da formação e capacitação das pessoas sobre como usar métodos estatísticos para implementar projetos.

**Proposição 3:** O sucesso da implementação do PQSS é favorecido pela existência de uma estrutura hierárquica *top-down*, na qual a participação e comprometimento das pessoas também acontecem de acordo com essa estrutura.

Um ponto importante na análise das evidências é a preocupação com o contexto real ao longo do estudo, pois isso encaminha melhor as conclusões e as generalizações analíticas feitas. Sobre esse aspecto, vale frisar que as informações coletadas com a utilização das entrevistas semi-estruturadas visaram traduzir a realidade do fenômeno sob a óptica do entrevistado.

A organização da cadeia de evidências foi feita tendo em mente que os estudos de caso poderiam dar uma sinalização significativa sobre a relevância das proposições enunciadas acima. Mas não apenas isso, um dos propósitos fundamentais desses estudos foi coletar informações sobre as práticas organizacionais no âmbito do Seis Sigma que pudessem complementar a visão pré-estabelecida na pesquisa teórico-conceitual acerca de quais seriam os componentes essenciais para estruturar o PQSS.

A estruturação do capítulo que descreve os estudos de caso (Capítulo 5) foi elaborada após análise do discurso dos entrevistados. Como cada entrevista foi gravada e transcrita, a seqüência de ordenação das informações não necessariamente foi a mesma seqüência das respostas fornecidas pelos entrevistados. Assim, para essa estruturação, buscou-se uma ordenação das informações de tal modo que facilitasse o exame de cada um dos tópicos previamente definidos no protocolo. Para isso, não foi utilizado *software* específico para análise dos dados apurados. A pesquisadora se valeu de uma análise crítica baseada no contexto das respostas fornecidas pelos entrevistados.

Ainda sobre a técnica de análise, um dos pontos priorizados foi que a ordem de apresentação das informações deveria ser mantida também na análise dos resultados. Deste modo, os mesmos tópicos que fizeram parte do protocolo compuseram a descrição dos casos e a análise dos resultados.

A construção de tabelas foi um outro recurso técnico adotado para reunir as informações e possibilitar comparações entre as empresas estudadas. Além de resumir as principais informações sobre determinados tópicos de maior interesse, as tabelas facilitam na comparação entre as empresas estudadas.

Quanto às proposições enunciadas anteriormente, cabe destacar que foram avaliadas quanto a sua validade após serem apurados os dados mais relevantes na análise das evidências. Essa avaliação é apresentada no Capítulo 6, que vem logo após a descrição dos estudos de caso mostrada no Capítulo 5.

### **3.7 Pesquisa Empírica com Abordagem Quantitativa**

A segunda etapa de coleta de dados consistiu numa pesquisa de avaliação com abordagem quantitativa. O propósito principal dessa pesquisa foi consultar MBB's, BB's e GB's com respeito ao entendimento destes especialistas sobre tópicos considerados requisitos essenciais para estruturar o PQSS, além de outros fatores que podem ser críticos para o sucesso do programa.

Estes especialistas atuam em grandes empresas, diretamente ligados ao gerenciamento do programa e/ou ligados à implementação de projetos Seis Sigma.

Para obter os dados de interesse, foram consideradas, na sua maioria, organizações multinacionais. O público alvo foi composto basicamente por MBB's, BB's GB's de organizações como: Eaton, American Express, Multibras, GE, Dow

Química, Ford Motor, Xerox, Votorantim, Sadia, Banco HSBC, Sony, Dupont, Bombardier, Visteon, Telefonica, TFS/Textron, Goodyear, Companhia Vale do Rio Doce, Philips, Embraco e outras.

No planejamento da pesquisa, algumas hipóteses de trabalho foram formuladas para guiar essa busca por evidências objetivas sobre a relevância dos componentes do Modelo de Referência para estruturar o PQSS. São elas:

- Hipótese 1:** O PQSS tem um papel de integrador, que promove a interligação dos objetivos e metas estratégicos aos objetivos e metas operacionais.
- Hipótese 2:** A definição dos projetos Seis Sigma é influenciada de forma determinante pelo alinhamento estratégico e pela orientação estratégica que estabelece a estratégia do negócio;
- Hipótese 3:** Os indicadores de desempenho (financeiros e não financeiros) servem como direcionadores dos projetos Seis Sigma, a partir da identificação das falhas ou oportunidades nos processos críticos do negócio;
- Hipótese 4:** A aplicação do pensamento estatístico e seu potencial é um componente essencial para se aprimorar as decisões em todos os níveis hierárquicos da organização que investe no Seis Sigma, pois serve de “pano de fundo” para que a organização promova uma mudança de cultura;
- Hipótese 5:** O conhecimento da metodologia Seis Sigma não é suficiente para garantir o sucesso da implementação do PQSS e a obtenção de resultados concretos, mas é imprescindível para melhorar a efetividade operacional;
- Hipótese 6:** No Seis Sigma, a formação e capacitação das pessoas é um incremento ao capital intelectual da organização que aprimora a visão sobre os objetivos estratégicos, possibilita mudança de cultura e promove a aprendizagem organizacional;

Neste momento, é importante frisar que houve maior interesse em realizar uma pesquisa piloto de avaliação com abordagem quantitativa. Para tanto, uma amostra de conveniência foi utilizada para coleta dos dados. Por esta razão, não foi

planejada a seleção de uma amostra probabilística neste caso.

O acesso aos respondentes foi viabilizado por meio de contato telefônico direto com os mesmos ou por meio eletrônico (e-mail, MSN Messenger, Fóruns de discussão e Orkut), e o instrumento de coleta utilizado foi um questionário com questões fechadas (vide Apêndice B).

Sobre o aspecto estrutural, destaque-se que o questionário foi construído com base numa escala ordinal que inclui uma pontuação de 1 a 5.

Para cada item do questionário foi estabelecido um grau de importância ou concordância crescente, onde para o nível mínimo (resposta “1”) foi dada a descrição “Pouquíssima importância ou concordância”, e, para o nível máximo (resposta “5”), a descrição “Muitíssima importância ou concordância”.

Para facilitar a coleta e armazenamento dos dados, o questionário formulado foi implementado de modo que pôde ser acessado e preenchido via Web. A linguagem de programação PHP e um banco de dados MySQL foram usados no desenvolvimento e implementação.

No tratamento estatístico dos dados foi efetuada uma análise univariada, baseada em cálculos de estatísticas descritivas; histogramas e testes de hipóteses não paramétricos (teste do Sinal). Estes testes foram empregados para verificar a validade das hipóteses listadas acima. Os resultados dessa análise são usados aqui, principalmente, como indicativos preliminares sobre a validade do modelo. Não houve intenção de fazer efetivamente uma inferência estatística visando generalizações. Para mais detalhes sobre o teste do Sinal vide Apêndice C.

Este capítulo trouxe vários aspectos relativos ao delineamento metodológico da pesquisa que são fundamentais para suportar toda a argumentação abrangida nesta tese.

Os tópicos abordados no próximo capítulo estão diretamente associados às teorias identificadas na pesquisa teórico-conceitual, as quais estão sendo incorporadas ao contexto do Seis Sigma neste trabalho por serem de grande valia para compreender o tema de pesquisa de forma mais ampla. Na verdade, o Capítulo 4 traz um segundo referencial teórico. Este referencial é mais abrangente e complementa o primeiro referencial teórico mais específico já apresentado no Capítulo 2. Além disso,

ele examina tópicos que fornecem sustentação para as discussões que serão inseridas no Capítulo 7, quando será apresentada a proposta de Modelo de Referência para estruturar o PQSS.

# Capítulo 4

---

**Referencial Teórico: Teorias Incorporadas ao  
Contexto do Seis Sigma**



## 4 REFERENCIAL TEÓRICO: TEORIAS INCORPORADAS AO CONTEXTO DO SEIS SIGMA

Apesar do crescente interesse dos pesquisadores em estudarem o Seis Sigma, ainda não foi tão explorado pelos pesquisadores a incorporação de outras teorias ao contexto do PQSS.

Neste capítulo, são incluídas teorias que vêm despontando na literatura por sua ligação direta ou indireta com o Seis Sigma. A identificação do foco central das publicações sobre o tema, conforme apresentado na Tabela 2.2 (Capítulo 2), justifica a inserção de assuntos relacionados com a gestão estratégica, com o gerenciamento do desempenho, com o uso da estatística e com o preparo profissional das pessoas.

Por este motivo, neste capítulo será dado um referencial teórico mais amplo sobre assuntos que compõem o escopo desta tese, e cuja presença aqui ficará mais clara nos capítulos subseqüentes, onde serão inter-relacionadas ao Seis Sigma.

A preocupação em contribuir para que a lacuna ainda presente na literatura seja reduzida segue de se considerar que é possível colaborar para quebrar o paradigma de que o Seis Sigma seja mais uma “onda” ou um “modismo gerencial” sem grandes novidades.

Frente a tal propósito, nas seções subseqüentes, parte de cada uma das teorias que podem descrever um panorama mais amplo sobre os aspectos gerenciais, bem como sobre as prioridades estratégicas que norteiam as organizações para implementar o PQSS, será recuperada. Assim, no âmbito **estratégico**, serão tratados aspectos relativos à orientação estratégica e o alinhamento estratégico. No âmbito do **desempenho organizacional**, o uso da medição de desempenho e os sistemas de medição de desempenho serão revisitados. No âmbito da **estatística**, os temas abordados mais diretamente serão: o pensamento estatístico e a metodologia sistematizada Seis Sigma. No âmbito dos **recursos humanos**, aspectos importantes relativos à formação e capacitação das pessoas serão enfatizados, especialmente no que se refere ao incremento dado ao capital humano.

Por fim, o capítulo trata da importância da tecnologia da informação como um investimento essencial para acelerar a obtenção dos resultados do PQSS.

#### 4.1 Orientação Estratégica

No Capítulo 2 já foi abordado parte da fundamentação conceitual que sustenta o enfoque estratégico do Seis Sigma. Nesta seção, são revisados outros aspectos que contribuem para compreender a influência da formulação da estratégia e das tipologias genéricas na implementação do PQSS.

No âmbito da gestão estratégica, o direcionamento de ações e a definição de objetivos e metas de longo prazo esbarram inevitavelmente em dois pontos fundamentais: (1) formulação da estratégia e (2) implementação da estratégia. No primeiro, deverá ser decidido o que fazer, ou seja, elaborar um plano de ação para desenvolver e ajustar a orientação estratégica, levando em conta que a formulação da estratégia não produz qualquer ação produtiva imediata na empresa (ANSOFF & MCDONNELL, 1993). No segundo, o esforço está em atingir resultados, em seguir a visão, e operacionalizar os objetivos a fim de que os resultados sejam alcançados.

Uma estratégia competitiva de um modo geral deve capacitar a organização para saber lidar com as condições de mudanças que envolvem o ambiente dinâmico e globalizado em que estas organizações estão inseridas atualmente. Por essa razão, segundo DAVIES (2000), ela deve incluir uma pluralidade de entradas, uma multiplicidade de opções e uma habilidade para acomodar mais do que um possível resultado. Logo, a formulação da estratégia não é um processo simples, nem tão pouco bem especificado devido aos vários contrapontos conceituais existentes. A formulação da estratégia é um tópico inserido nas discussões que cobrem a orientação estratégica e o uso das tipologias estratégicas genéricas.

Uma vez que uma organização existe para realizar algo, ela tem uma missão que especifica e que esclarece o motivo de sua existência. Ao declarar sua missão, a organização estabelece um elo com o ambiente onde atua; e precisa observá-lo e monitorá-lo atentamente para que possa atingir seus objetivos e metas de crescimento.

Essa preocupação com o ambiente reflete em geral um cuidado especial com as forças macro-ambientais. Estas forças descrevem o cenário em termos demográficos, econômicos, tecnológico, políticos, legais, sociais e culturais. Mas a formulação de uma estratégia competitiva demanda estudos sobre a influência dos atores micro-ambientais (AMA) importantes, que podem afetar a sobrevivência e a capacidade de obtenção de lucro. São eles: clientes, fornecedores, canais de distribuição

e concorrentes (KOTLER, 1998). Neste sentido, ANSOFF (1993) considera que a estratégia competitiva deve definir “a posição específica (nicho) que uma empresa procura ocupar numa área estratégica de negócios”. Consiste em: orientação de crescimento, posição de mercado, diferenciação de produtos, diferenciação de mercados.

A participação do ambiente na formulação da estratégia competitiva e seus efeitos decorrem de uma orientação voltada para o mercado, em que a análise do ambiente e o diagnóstico dos processos críticos<sup>18</sup> são conjuntamente definidores da orientação estratégica. Isto reflete uma reação da organização frente às oportunidades e ameaças visíveis no ambiente em que a organização está inserida.

A análise do ambiente é um ponto chave para a formulação de uma estratégia, pois o conhecimento das fontes subjacentes da pressão competitiva (forças macro-ambientais e atores micro-ambientais) expõe os pontos fortes e os pontos fracos dos processos críticos para o processo do negócio; estimula o seu posicionamento; identifica as áreas em que mudanças estratégicas podem resultar no retorno máximo; e destaca as áreas cujas tendências de mercado indicam oportunidades ou ameaças.

Sobre a orientação estratégica, BLAKESLEE (1999) enfatiza a dificuldade das empresas em conseguirem integrar as iniciativas existentes, a estratégia do negócio e os indicadores de desempenho. O autor também destaca a importância dos requisitos de mercado como definidores da postura competitiva e da formulação da estratégia para o sucesso da implementação do PQSS. Neste sentido, a busca por informações sobre os requisitos de mercado implica numa orientação voltada para o mercado, donde virão as informações empíricas relevantes sobre as forças macro-ambientais ou sobre os atores micro-ambientais.

A visão mais focada no ambiente externo emergiu no final dos anos 80. Ela marcou o início de uma nova era, onde a satisfação dos clientes passou a encaminhar a sobrevivência e o potencial competitivo das organizações. Analisando essa visão da época, NARVER & SLATER (1990) discutem o impacto da orientação estratégica sobre o desempenho da firma e as vantagens de desempenho conseguidas

---

<sup>18</sup> São considerados críticos aqueles processos que geram defeitos e falhas que elevam a insatisfação dos clientes (ameaças) ou podem significar oportunidades de crescimento e de sustentabilidade para o desempenho organizacional.

pelas firmas orientadas para o mercado em relação àquelas com comportamento estratégico direcionado às operações internas.

A relação entre estratégia competitiva e desempenho vem sendo um ponto intrigante presente na literatura e que incita o interesse de pesquisadores a respeito da influência da orientação estratégica sobre o desempenho organizacional (NARVER & SLATER, 1990; RAMASWAMY, 1994; SLATER & NARVER, 1994; WRIGHT, et al., 1995; RAJAGOPALAN, 1996; DANSKY & BRANNON, 1996; DURAND & COEURDEROY, 2001; MORGAN & STRONG, 2003).

Com o mesmo interesse dos autores referidos acima, GATIGNON & XUEREB (1997) esclarecem que a orientação estratégica reflete a direção estratégica implementada pela organização para criar o comportamento estratégico apropriado para a superação contínua do desempenho do negócio.

Quanto à formulação da estratégia e seus efeitos, a literatura tem considerado a orientação estratégica sob três pontos de vista: a abordagem narrativa, a classificatória e a comparativa (MORGAN & STRONG, 2003). Das três abordagens, a classificatória é mais comumente utilizada (DURAN & COEURDEROY, 2001), pois nesta abordagem a estratégia segue classificações conhecidas como tipologias genéricas ou taxonomias que ganharam bastante aceitação, tanto junto à comunidade acadêmica como no âmbito empresarial.

As tipologias genéricas foram inicialmente desenvolvidas por ANSOFF (1965). Posteriormente, outras tipologias foram introduzidas e se tornaram conhecidas e utilizadas (MILES & SNOW, 1978; PORTER, 1986; MILLER, 1986, 1988; ROBINSON & PEARCE, 1988; entre outros). As tipologias de MILES & SNOW (1978) e de PORTER (1986) são muito referenciadas.

A tipologia de MILES & SNOW (1978) destaca quatro categorias estratégicas adaptativas distintas, a saber: prospectora (*prospectors*), defensora (*defenders*), analisadora (*analyzers*) e contra-atacante (*reactors*). A estratégia prospectora está associada à constante busca pela liderança de mercado; enfatiza inovação e flexibilidade, a fim de responder rapidamente às demandas e mudanças do mercado. De forma oposta, a estratégia defensora enfatiza operações e controle rígido, e praticamente não valoriza inovação e a conquista de novos mercados. Já a estratégia analisadora contempla características das duas primeiras, sendo uma estratégia híbrida

que tenta equilibrar decisões de risco e inovação com restrições de custo e eficiência. A falta de consistência é típica da estratégia contra-atacante.

Uma das tipologias mais difundidas até hoje foi elaborada por PORTER (1986), o qual identificou três estratégias genéricas potencialmente bem-sucedidas para superar a concorrência. São elas: liderança no custo total; diferenciação; e enfoque. As duas primeiras se referem a como competir; a última, aonde competir. Apesar de não excludentes, o autor acha difícil uma empresa conseguir seguir com sucesso mais de uma estratégia simultaneamente. A Figura 4.1 traz as diferenças entre as três estratégias conforme apresentado por PORTER (1986).

		<b>Vantagem Estratégica</b>	
		<b>Unicidade observada pelo cliente</b>	<b>Posição de baixo custo</b>
<b>Escopo competitivo</b>	Alvo amplo	Diferenciação	Liderança no custo total
	Alvo restrito	Enfoque na diferenciação	Enfoque no custo

Fonte: PORTER (1986).

**FIGURA 4.1 – Tipologia de estratégias genéricas.**

Na tipologia de Porter, a liderança em custo total tem o custo baixo em relação à concorrência como tema central de toda a estratégia. Esta estratégia implica que as empresas podem competir por meio de seus custos de produção e conservar margens mais altas do que os concorrentes; com isso as empresas ganham *market share* e melhoram sua estrutura de custo. A diferenciação é a estratégia que traz como proposta diferenciar o produto ou serviço oferecido pela empresa, criando uma unicidade observada pelo cliente na zona de atividade da indústria, inovando e elevando o nível de seus produtos ou oferecendo uma imagem valorizada pelo marketing. Na estratégia de enfoque presume-se que a empresa seja capaz de atender seu alvo estratégico restrito de forma mais efetiva ou eficiente do que os concorrentes que estão competindo num alvo estratégico amplo.

Em um trabalho mais recente, PORTER (1996) complementou sua

tipologia, inserindo três bases para análise estratégica de uma empresa que levam a entender as estratégias genéricas com um nível mais elevado de especificidade. A primeira delas é o posicionamento baseado na variedade, o qual consiste na escolha por trabalhar com uma variedade de produtos ou serviços em vez de atender um segmento de clientes. A segunda é chamada posicionamento baseado na necessidade. Esta base está mais voltada à tradicional visão de segmentação, que surge quando há grupos de clientes com diferentes necessidades e quando um determinado conjunto de atividades pode servir melhor àquelas necessidades. O posicionamento baseado na acessibilidade é a terceira base e está relacionada ao fato de existirem clientes de mesmo segmento, mas que requerem diferentes atividades para acessá-los.

MILLER (1986, 1988) propôs uma variante da tipologia de Porter em que dicotomizou a estratégia de diferenciação em duas classificações: diferenciação inovadora e diferenciação de marketing. A diferenciação inovadora é baseada no perfil da estratégia prospectora de Miles e Snow, enquanto a diferenciação de marketing está mais fortemente relacionada à estratégia analisadora.

ROBINSON & PEARCE (1988) encontraram cinco tipologias para diferenciar comportamentos estratégicos, dos quais os três mais significantes sobrepõem à classificação de MILLER (1986, 1988).

Segundo RAJAGOPALAN (1997), a tipologia de Miles & Snow é a mais ampla ao nível de negócio, pois, além de descrever cada comportamento estratégico, ela também descreve a estrutura, os processos e as práticas de recursos humanos que se adaptam melhor a uma dada estratégia. Para DANSKY & BRANNON (1996) a tipologia de Miles & Snow tende a ser a mais consistente com a filosofia da Gestão pela Qualidade Total.

Mesmo com base em uma breve descrição teórica, como a apresentada aqui, é possível perceber que a orientação estratégica consiste num componente essencial do PQSS, entre outros aspectos, pelo fato de que ao estabelecer sua postura competitiva, a organização direciona a definição, seleção e implementação dos projetos que consolidarão seu comportamento estratégico frente o mercado. Por essa razão, o entendimento das tipologias estratégicas é de grande valia para criar uma estrutura de gerenciamento que seja consistente com os objetivos traçados pela organização para conseguir seu crescimento e sustentabilidade, e ao mesmo tempo apropriada para

implementação do PQSS.

Ainda no âmbito estratégico, o alinhamento é uma dimensão que quando bem explorada pode trazer resultados importantes para o sucesso da implementação dos projetos Seis Sigma. Sua importância segue do fato de que o conceito de alinhamento está intimamente relacionado à capacidade de interação das decisões estratégicas de nível corporativo, de negócios e funcional. É através do alinhamento estratégico que a organização demonstra sua habilidade de formular e implementar estratégias que garantam sua sobrevivência ao longo do tempo, e de fomentar um ciclo contínuo de melhoria do desempenho organizacional (PORTER, 1996; JOSHI et al., 2003).

HAYES & PISANO (1994) citado por ATTADIA (2004) refere-se à importância do alinhamento como uma vantagem competitiva, pois torna a organização mais flexível às mudanças do ambiente, uma vez que centraliza os esforços de melhoria. Um outro motivo fundamental para essa importância é a relação entre alinhamento estratégico e desempenho. O alinhamento é um pré-requisito para o efetivo gerenciamento do desempenho e para fornecer uma ligação entre estratégia de negócio, recursos e processos (VERWEIRE & Den BERGHE, 2003).

Ter uma visão compartilhada e uma direção comum são propriedades de uma organização alinhada. Mas, isto não é um processo rápido e fácil. Pelo contrário, é um processo demorado e complexo que exige esforços da alta administração da organização, no sentido de elevar o nível de compreensão de seus funcionários como um todo sobre qual é a estratégia que deve ser implementada (KAPLAN & NORTON, 1997). Isto significa que, quando todos estiverem conscientes sobre as metas de longo prazo da empresa, bem como da estratégia para alcançá-las, os esforços e iniciativas da organização se alinharão aos processos necessários de transformação. Com isso, há mais facilidade de se enxergar como as ações individuais contribuem para a realização dos objetivos estratégicos.

O envolvimento, a troca de informações entre os diversos níveis gerenciais no processo de formulação e implementação da estratégia e a contribuição individual de funcionários nos vários níveis dentro da organização são formas de se demonstrar o alinhamento estratégico da organização (BOYER & McDERMOTT, 1999; SMITH & REECE, 1999).

O aumento do desempenho com a redução de desperdícios e custos de

produção e com os maiores ganhos para o cliente como, por exemplo, alta qualidade, redução de custo ou entregas mais rápidas e precisas, entre outras, refletem vantagens importantes do alinhamento e da congruência entre as estratégias do negócio e estratégia de manufatura (PAPKE-SHIELDS & MALHOTRA, 2001). Além disso, o alinhamento é também um dos principais assuntos na literatura sobre sistemas de informação, o que o torna um assunto de interesse também no contexto dos sistemas de medição de desempenho, do gerenciamento dos recursos humanos e do controle gerencial (VERWEIRE & Den BERGHE, 2003).

Neste sentido, McADAM & BAILIE (2002) avaliam que a existência de modelos de melhoria de negócios, como o modelo de Gestão de Excelência em Negócios e o *Balanced Scorecard*, asseguram o alinhamento dos indicadores de desempenho com a estratégia do negócio. Eles possibilitam uma visão mais abrangente dos indicadores de desempenho do negócio, incluindo medidas *lag* e *lead* que refletem a dinâmica da estratégia do negócio.

Parece evidente que quando se trata de alinhamento estratégico é necessário especificar mais claramente que elementos do sistema operacional e gerencial precisam estar alinhados com a estratégia. Neste ponto, a literatura sugere alguns modelos de alinhamento estratégico, tais como a Administração por Objetivos e a Gestão pelas Diretrizes (MERLI, 1993). Não é de interesse aqui discutir modelos ou critérios para o alinhamento, mas vale salientar que a presença de um elemento que integre os objetivos e metas estratégicas aos objetivos e metas operacionais (ou funcionais) pode aprimorar o alinhamento.

#### **4.2 Uso da Medição de Desempenho**

As mudanças na natureza da competição no mercado mundial, ocorridas durante as últimas duas décadas, têm levado as organizações a buscarem novas filosofias e tecnologias para melhorarem o desempenho dos negócios. Qualidade, rapidez, flexibilidade e custo têm sido cada vez mais reforçados como atributos competitivos importantes nesse novo cenário competitivo, onde os clientes são cada vez mais críticos sobre a qualidade de produtos e serviços (SUWIGNJO et al., 2000).

Neste contexto, a habilidade de medir o desempenho das operações pode ser considerada como um dos pré-requisitos fundamentais para melhoria (LOHMAN et

al., 2004). Mas, para a melhoria acontecer, é necessário que a organização consiga reconhecer e caracterizar o ambiente em que opera. E mais, que tenha capacidade de se modificar de acordo com as mudanças que podem ocorrer nesse ambiente (NEELY, 1998).

O interesse pela medição e gerenciamento do desempenho tem crescido sensivelmente nos últimos anos, tanto entre pesquisadores acadêmicos como entre os empresários e administradores. Para se ter uma idéia, nas últimas décadas, a medição de desempenho (MD) foi um tema de pesquisa altamente fértil, que gerou cerca de mais de 3600 artigos publicados (NEELY, 1999). Grande parte dessas publicações trouxe a MD associada aos assuntos estratégicos. Dentre os temas de pesquisa, a procura por metodologias que possam dar suporte à implementação e monitoramento das ações estratégicas foi e ainda é um tema muito explorado até os dias de hoje (NEELY et al., 1996; NEELY et al., 2001).

Segundo KAYDOS (1991) a MD é essencial para atingir e manter altos níveis de produtividade e qualidade; para controlar e planejar o gerenciamento de produtos; e para desenvolver e mobilizar a organização. Isto significa que a MD dá o direcionamento necessário para o gerenciamento do desempenho, pelo fato de produzir um tipo de informação gerencial necessária para controlar operações. Além do mais, a MD cria foco, prepara ações corretivas, é a base para avaliar desempenho e pode ajudar a melhorar as escolhas estratégicas (LOHMAN et al., 2004).

Um dos pontos de destaque na literatura que trata sobre MD é sua inserção no contexto estratégico (CROSS & LINCH, 1990; KAYDOS, 1991; SINK, 1991; MCMANN & NANNI, 1994; NEELY et al., 1996; KAPLAN & NORTON, 1997; BOURNE et al., 2000; NEELY et al., 2001; McADAM & BAILIE, 2002; LOHMAN et al., 2004), especialmente, ressaltando que o papel da MD é controlar a implementação da estratégia e que, para exercer tal controle, a MD deve: auxiliar gerentes a identificarem o bom desempenho; dar suporte a fixação de metas concretas; e demonstrar o sucesso ou falha na implementação da estratégia (McADAM & BAILIE, 2002).

O fato de a MD ser um tópico de interesse de várias áreas (Engenharia de Produção, Gerenciamento Estratégico, Recursos Humanos, Gestão da Qualidade, Contabilidade Gerencial, entre outras) contribui para que o assunto se torne ainda mais

abrangente, por isso, existe uma literatura extensa que aborda a MD, tanto no contexto gerencial como estratégico.

Para NEELY et al. (1995), a MD é um processo de quantificação da eficiência e eficácia das ações correlacionadas com desempenho. Eficiência é uma medida de quão economicamente os recursos da empresa são utilizados para fornecer um dado nível de satisfação para seus clientes, e eficácia se refere a quanto dos requisitos dos clientes são atendidos. E mais, NEELY et al. (1997) afirmam que neste processo os *inputs* são capturados na forma de requisitos e os *outputs* são produzidos na forma de indicadores de desempenho. LOHMAN et al. (2004) consideram que a MD é a atividade de medir desempenho usando indicadores de desempenho, assumindo que estes são métricas que expressam quantitativamente a eficiência e/ou eficácia das ações relacionadas com processos, ou parte deles, ou sistemas, frente a uma dada norma ou meta. Além disso, para se estruturar a MD, NEELY et al. (1997) consideram certos elementos: título; propósito; com o que está relacionada; objetivo; fórmula; frequência; quem efetua a medida; fonte de dados; quem age sobre os dados; anotações e comentários.

A MD orientada para a melhoria contínua do desempenho organizacional e não para o controle de resultados é um dos avanços assinalados por SINK (1991) ao expor suas idéias sobre a nova abordagem da MD. O autor reforça que estratégia, ações e medidas devem ser planejadas e integradas e que a medição é um processo de identificação de problemas que, quando feito de forma apropriada, possibilita a percepção de oportunidades de melhoria contínua. Nesta linha, note-se que um dos principais benefícios da MD é que o efeito da melhoria incremental torna-se visível, mesmo diante de mudanças cujo impacto é aparentemente imperceptível (KAYDOS, 1991).

Sobre o uso da MD, BOURNE et al. (2000) afirmam que existem duas subdivisões principais para o uso dos indicadores de desempenho: uma que parte do pressuposto de que os indicadores de desempenho são derivados da estratégia e, sendo assim, são usados para medir o sucesso da implementação da estratégia; e outra que reconhece que a informação e feedback dos indicadores devem ser usados para testar a validade da estratégia e para questionar certas suposições implícitas em sua formulação.

Para BITITCI et al. (1997, p.47) “o gerenciamento do desempenho é o

processo pelo qual a companhia gerencia seu desempenho em linha com os objetivos estratégicos e funcionais. O objetivo deste processo é abastecer um sistema com informações relevantes sobre o desempenho da organização, à medida que as estratégias funcional e corporativa são desdobradas para todos os processos, atividades, tarefas e pessoas”. Na verdade, o sistema de informação capaz de integrar toda a informação relevante dos vários sistemas de informação necessários para gerenciar o desempenho é o sistema de medição de desempenho (SMD). Para NEELY et al. (1995) um SMD pode ser definido como um conjunto de métricas usadas para quantificar tanto a eficiência como a eficácia das ações. Mas, não basta apenas criar fórmulas para quantificar os indicadores. É preciso, entre outras coisas, identificá-los claramente, definir quem será responsável por efetuar os cálculos, saber como serão obtidos os dados e quais dados serão necessários.

O fato das organizações operarem num ambiente dinâmico faz com que a MD seja um processo dinâmico. Isto significa que os indicadores de desempenho não devem permanecer inalterados ao longo do tempo. Pelo contrário, espera-se que eles variem de uma companhia para outra, e estejam alinhados aos objetivos estratégicos (SUWIGNJO et al., 2000). É bom lembrar que parte dessa dinâmica que afeta o ambiente competitivo em que operam as organizações vem como consequência da crescente competição que, em termos de MD, tem causado impacto nas organizações de três maneiras. Primeiro, na busca por diferenciação em termos de qualidade de serviços, flexibilidade, inovação, rapidez de resposta e produção por encomenda. Segundo, as organizações têm percebido que os indicadores de desempenho contribuem para impulsionar e controlar a implementação da estratégia. Isto significa dizer que é crescente a busca por um maior alinhamento estratégico na definição dos indicadores de desempenho. Uma vez que os indicadores estão alinhados à estratégia, eles não somente contribuem para compor a base de conhecimento necessária para controlar a implementação da estratégia, como também contribuem para estimular uma conduta consistente com a estratégia. A terceira maneira se refere a uma tendência das organizações em promover um enxugamento geral na estrutura funcional, buscando nos indicadores uma forma mais objetiva de comunicar às pessoas o que é importante para que as metas de desempenho do negócio sejam atingidas (NEELY, 1999).

Refletindo sobre os SMD's, vale frisar que a mudança de concepção

desses sistemas veio ao encontro das necessidades surgidas com o acirramento da competitividade vivida pelas organizações no final do século XX.

Os SMD's desenvolvidos com base na Contabilidade Gerencial, típicos do início do século passado e coerente com o paradigma da produção em massa, já não eram mais apropriados para controlar, monitorar e melhorar as operações, em face das novas demandas do ambiente industrial (MARTINS, 1999). A incompatibilidade dos princípios *tayloristas* com as novas demandas na indústria reflete uma insatisfação com o uso da Contabilidade Gerencial. Isto faz com que um objetivo enganoso atraia a atenção gerencial e que seja ignorado um conjunto relevante de medidas ou indicadores que podem retratar adequadamente os aspectos tecnológicos, os produtos, os processos e o ambiente competitivo em que opera a organização (JOHNSON & KAPLAN, 1993).

Críticas feitas por pesquisadores ao enfoque estritamente financeiro levam em conta as mudanças no ambiente competitivo da maioria dos sistemas de produção. Tais sistemas tentaram se moldar a uma nova realidade, regida pela forte concorrência por nichos específicos de mercado, pela necessidade crescente de flexibilidade, pela rápida inovação tecnológica, por ciclos de vida de produtos cada vez menores, pela redução do trabalho manual e do uso da mão-de-obra direta, entre outros aspectos (MARTINS & SALERNO, 1999). Diante deste cenário, muitos pesquisadores identificaram lacunas conceituais, metodológicas e operacionais nos SMD's baseados na Contabilidade Gerencial, uma vez que não contemplavam medições nas diversas áreas estratégicas da organização (GALVÃO, 2002).

ECCLES (1991) alerta para o risco que os SMD's baseados em medidas financeiras geram não só por ignorar a visão de longo prazo, como também por não darem suporte aos investimentos em novas tecnologias e novos mercados, tão essenciais para o sucesso do desempenho organizacional quando se pensa em mercados globalizados. O sistema de medição focado em custo fornece uma visão histórica, dando pouca indicação sobre o desempenho futuro e encoraja os planos de curto prazo (KENNERLEY & NEELY, 2002). Fazendo uma analogia, é como dirigir um carro numa rodovia olhando pelo espelho retrovisor. Uma visão preditiva requer que a organização conheça e entenda outros indicadores direcionadores do desempenho futuro.

Conforme destacam MACEDO-SOARES & RATTON (1999, p.48), “..

para serem eficientes, os SMD's devem ter, entre outros atributos, o alinhamento; a visibilidade do sistema em todos os níveis e para todos os interessados; o balanceamento dos critérios de medição; a adaptabilidade do sistema às necessárias mudanças nos objetos de medição; a abrangência, além da integração dos indicadores nos diferentes níveis da organização; e a consistência com os objetivos estratégicos.”

LEBAS (1995) afirma que os SMD's devem, entre outros pontos, refletir uma relação de causa e efeito, criar uma base de discussão e dar suporte à melhoria contínua, além de auxiliar a tomada de decisão. Conforme apontam AZOFRA et al. (2003), a inclusão de indicadores de desempenho não-financeiros é de grande valor para o desdobramento estratégico e para transmitir a função objetivo para todos os níveis e funções da companhia.

Para GHALAYINI et al. (1997), o fato dos SMD's tradicionais serem baseados em medidas como, retorno sobre investimento (ROI), retorno sobre ativos (ROA), retorno sobre vendas (ROS), vendas por empregado, lucro por unidade produzida e produtividade, por exemplo, os torna muito limitados, em particular, pelo foco restrito em controle e na minimização dos custos diretos. Dentre as limitações da MD tradicional, esses autores citam as seguintes:

- (1) Os relatórios financeiros de avaliação do desempenho são defasados e pouco úteis;
- (2) Tenta-se quantificar o desempenho e outros esforços de melhoria exclusivamente em termos financeiros, o que restringe a visão de outras medidas não tão fáceis de quantificar em qualquer moeda;
- (3) Ignora-se a estrutura e características individuais de cada departamento de uma companhia, tornando-as padronizadas;
- (4) Não há consistência com o conceito de melhoria contínua;
- (5) Não são aplicáveis às novas técnicas de gerenciamento que dão mais responsabilidade e autonomia aos operadores de diversas áreas funcionais (Qualidade, Produção, Planejamento, entre outras).

Pensando mais especificamente nas operações de manufatura, os SMD's devem ser constituídos por um conjunto equilibrado de indicadores financeiros e não financeiros, a fim de que as atividades de gerenciamento do desempenho direcionem o

alcance das metas que são derivadas dos objetivos estratégicos da organização (KAPLAN & NORTON, 1997; LOHMAN et al., 2004).

Vale salientar que foi no início dos anos 90 que começou uma nova fase de entendimento sobre os SMD's. Foi com o estímulo à medição e à busca por um maior equilíbrio entre indicadores de desempenho financeiros e não-financeiros para promover a melhoria contínua do desempenho dos negócios que surgiram novos modelos de SMD, os quais destacaram a importância de se combinar indicadores de desempenho financeiros com indicadores não-financeiros (SINK, 1991; ECCLES, 1991; LEBAS, 1995; KAPLAN & NORTON, 1997; NEELY, 1999; MARTINS, 2002).

Dentre as novas propostas de modelos de SMD que surgiram na década de 90 com uma nova concepção de MD, destacam-se: o SMART (*Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique*), o PMQ (*Performance Measurement Questionnaire*), o BSC (*Balanced Scorecard*) e o IDPMS (*Integrated Dynamic Performance Measurement System*). Destes, o BSC foi o que mais despontou, não apenas pelo fato de agregar outros indicadores de desempenho não-financeiros aos indicadores financeiros já tão evidenciados, mas também por promover o inter-relacionamento entre quatro perspectivas: financeira; clientes; processos de negócio; e aprendizagem e crescimento. No entanto, por ser mais direcionado para o gerenciamento de nível tático e estratégico, o BSC acaba sendo pouco aplicável em nível operacional. A ausência de ferramentas para modelar, controlar, monitorar e melhorar as atividades do chão de fábrica é uma limitação encontrada nos modelos SMART, PMQ e BSC (GHALAYINI et al., 1997, citando GREGORY (1993)).

O desenvolvimento de um SMD pode ser separado conceitualmente em três fases: desenvolvimento, implementação e uso (BOURNE et al., 2000). Na fase de desenvolvimento, os objetivos primordiais são identificados e os indicadores são definidos. Na fase de implementação, os sistemas e procedimentos são colocados em prática para que seja possível coletar e processar os dados que originam as medidas que deverão ser feitas regularmente. Na fase de uso, os resultados da medição são revistos para avaliar a eficiência e eficácia das operações e também para verificar se a estratégia está sendo implementada com sucesso. Abrangendo estas três fases, NEELY et al. (1995) descrevem um procedimento para se projetar um SMD que está resumido em nove passos, conforme apresentado na Tabela 4.1.

TABELA 4.1 – Os nove passos para desenvolver um SMD.

<b>Passo</b>	<b>Ação</b>
1	Definir claramente a missão da empresa.
2	Identificar os objetivos estratégicos, usando a descrição da missão como guia (lucratividade, fatia de mercado, qualidade, flexibilidade, confiança e inovação).
3	Desenvolver o entendimento do papel de cada área funcional no sentido de atingir os vários objetivos estratégicos.
4	Desenvolver medidas de desempenho globais para cada área funcional que sejam capazes de definir para a alta administração a posição competitiva geral da empresa.
5	Comunicar os objetivos estratégicos e metas de desempenho para os níveis mais baixos da organização. Estabelecer critérios de desempenho mais específicos em cada nível.
6	Assegurar consistência com os objetivos estratégicos entre os critérios usados em cada nível.
7	Assegurar a compatibilidade dos indicadores de desempenho usadas em todas as áreas funcionais.
8	Usar o sistema de medição de desempenho.
9	Reavaliar periodicamente se o sistema está apropriado, diante de uma visão do ambiente competitivo atualizada.

Fonte: NEELY et al. (1995)

SUWIGNJO et al. (2000) destacam que para os SMD's serem dinâmicos é preciso: refletir sobre as alterações tanto do ambiente externo como do interno; rever e priorizar objetivos de acordo com as mudanças nestes ambientes; desdobrar mudanças em objetivos e prioridades; e assegurar que os ganhos atingidos por meio dos programas de melhoria sejam mantidos.

A característica multidimensional ficou mais evidente nos trabalhos publicados na última década, onde as propostas de modelos para desenvolvimento de SMD's reforçam a utilização de múltiplas dimensões que incluam medidas que vão além dos indicadores de contabilidade, de eficiência e de produtividade (HOQUE et al., 2001). Os trabalhos mais recentes que versam sobre propostas de modelos de SMD's destacam a característica multidimensional como um fator preponderante, especialmente, considerando o potencial dos recursos computacionais da atualidade e o ambiente competitivo em que convivem as organizações no mercado globalizado (HOQUE et al., 2001).

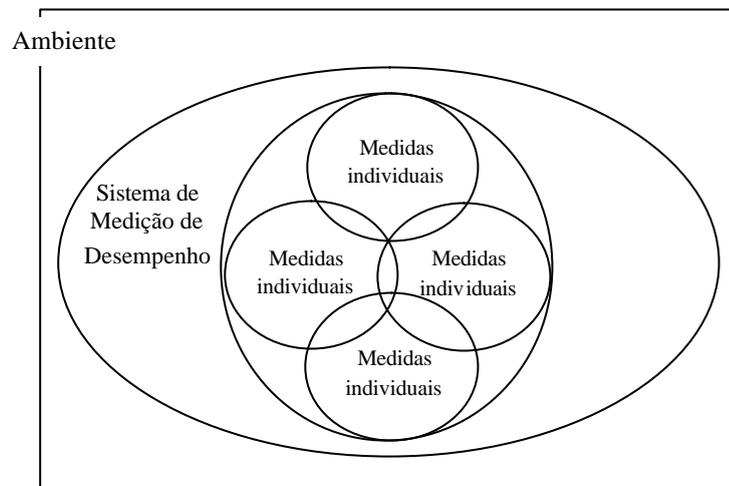
A grande maioria dos SMD's propostos recentemente na literatura segue uma estrutura que congrega pessoas, processos, ambiente, estratégia e métodos (KAPLAN & NORTON, 1997; NEELY, 2001) destinados, principalmente, à geração, análise, descrição e avaliação de dados e informações sobre as múltiplas dimensões de

desempenho organizacional. Estas dimensões compõem a estrutura necessária para que os indicadores relativos aos fatores críticos de sucesso sejam estudados. Sobre esse fato, vale salientar a importância de um pensamento norteador, que seja compartilhado por todos na organização, a fim de que a implementação da estratégia organizacional seja facilitada e que seja possível identificar esses fatores críticos de sucesso.

MARTINS & SALERNO (1999) listam características presentes nos novos SMD's encontrados na literatura: (a) são congruentes com a estratégia competitiva da empresa; (b) apresentam medidas financeiras e não-financeiras; (c) suportam atividades de melhoria contínua; (d) ajudam a identificar progressos e tendências para o desempenho; (e) ajudam a entender as relações de causa e efeito entre as medidas; (f) são fáceis e rapidamente entendidos pela maioria dos funcionários; (g) abrangem a todos os processos de negócio (de fornecedores a clientes); (h) fornecem informação em tempo real, onde ela for relevante; (i) são dinâmicos; (j) influenciam a atitude dos funcionários; (k) avaliam o grupo e não os indivíduos.

O trabalho de NEELY et al. (1996) sintetiza bem a importância de uma metodologia estruturada para projetar os SMD's, onde destaca que o uso de tais metodologias torna mais fácil: decidir sobre o que medir; sobre como medir; sobre como coletar os dados apropriados; e como eliminar conflitos no SMD. A Figura 4.2 proposta por NEELY et al. (1995) é bem conhecida e identifica que um conjunto de medidas de desempenho pode ser examinado em três diferentes níveis: (a) medidas de desempenho individuais; (b) uma entidade como SMD; e (c) a relação entre o SMD e o ambiente dentro do qual ele opera.

Os pontos levantados nesta seção, evidentemente, não esgotam a gama de assuntos relacionados com a MD. Todavia, como se pôde verificar a MD e a forma como as organizações estruturam os SMD's são tópicos de particular interesse nesta pesquisa por estarem inseridos no contexto estratégico da implementação do PQSS.



Fonte: Adaptado de NEELY et al. (1995)

**FIGURA 4.2 – Estrutura para projetar o sistema de medição de desempenho .**

### 4.3 Pensamento Estatístico

O uso dos princípios estatísticos para se estudar variação nos processos de manufatura teve seu início nas primeiras décadas do século XX. Entretanto, mesmo com os avanços conseguidos com a utilização de métodos e técnicas estatísticas como estratégia de melhoria de processos e de solução de problemas em diversas áreas de conhecimento, ainda hoje, o pensamento estatístico não é tão difundido no âmbito empresarial como um recurso eficiente que leva a ganhos expressivos de melhoria do desempenho dos negócios.

Os primeiros trabalhos que aplicaram o pensamento estatístico datam do início do século XIX. Foi em torno de 1900 que o entendimento do pensamento estatístico começou a influenciar o desenvolvimento do pensamento moderno. Já nesta época, a variação era o principal fator estimulante dos estudos da estatística matemática moderna (PORTER, 1986a).

A aplicação do pensamento estatístico para melhor compreender as variações nos processos de manufatura foi introduzida por W. E. Shewhart no início do século XX. Shewhart foi um dos precursores no uso das teorias de probabilidade e estatística no âmbito das aplicações industriais. Nos anos 50, Deming motivou o uso da estatística como um meio para tentar mudar o desempenho dos processos.

Passados todos esses anos, o desconhecimento sobre o alcance da Estatística ainda provoca reações adversas em muitas pessoas que atuam no âmbito empresarial. A resistência em se quebrar paradigmas e em se introduzir uma cultura de medição e análise, tão marcantes na abordagem estatística, tem sido combatida nas indústrias com o uso mais acentuado dos métodos estatísticos em ambientes de manufatura e de serviços.

Vários fatos históricos demonstram o sucesso do uso dos fundamentos estatísticos em pesquisa e desenvolvimento (ISHIKAWA, 1985). Apesar disso, a Estatística vem sendo lembrada quase sempre fazendo menção aos resultados obtidos em nível operacional, e sendo pouco utilizada como um recurso efetivo dos níveis gerencial ou estratégico (BJERKE & HERSLETH, 2001).

Shewhart demonstrou a importância dos conceitos de Estatística para melhor conhecimento dos processos de manufatura, ainda no início do século XX. Já nesta época o conceito de variabilidade foi fortemente discutido por Shewhart como elemento fundamental para um controle eficiente.

#### **4.3.1 Definição e caracterização do pensamento estatístico**

A literatura traz algumas definições de pensamento estatístico mais focadas para seu uso nos ambientes empresariais. SNEE (1990, p.118) define pensamento estatístico como “... *processo de raciocínio que reconhece que variação está em tudo ao nosso redor e presente em tudo que fazemos, que todo trabalho é uma série de processos interligados; e que identificar, caracterizar, quantificar, controlar e reduzir variação fornece oportunidades de melhoria*”.

A QUALITY PRESS (1996) apresenta em seu glossário de termos que o pensamento estatístico é uma filosofia de aprendizagem e ação, e traz como princípios: (a) todo trabalho ocorre num sistema de processos interligados; (b) variação existe em todos os processos; e (c) entender e reduzir variação é a chave para o sucesso. MOORE (1990), citado por CHANCE (2002), propuseram alguns elementos centrais do pensamento estatístico. São eles: a onipresença da variação; a necessidade de dados sobre processos; o planejamento de coleta de dados com a variação em mente; a quantificação da variação; e a explicação da variação.

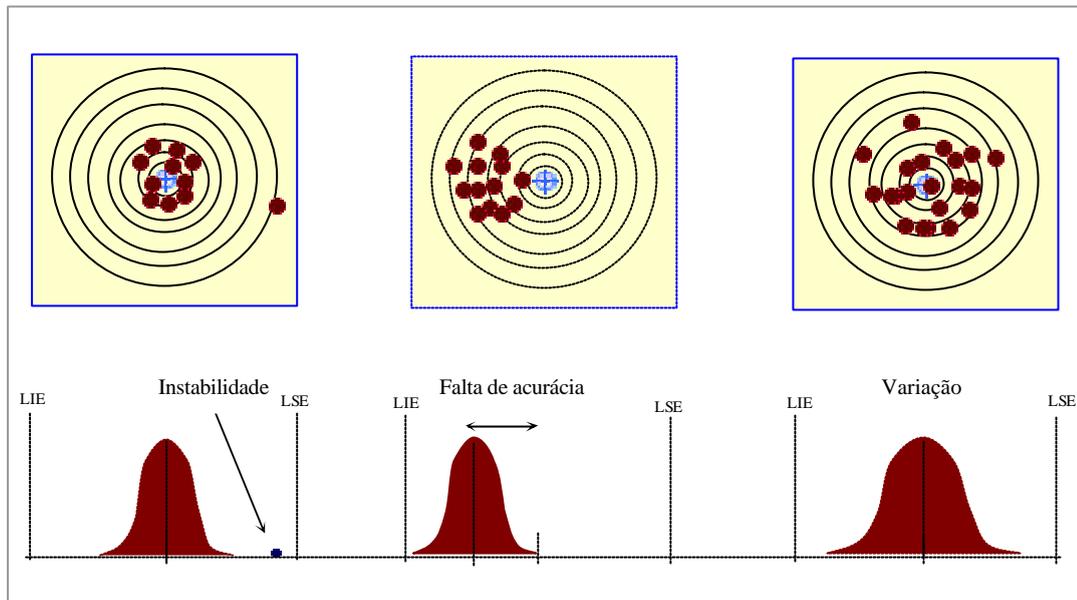
Tratando de um contexto mais amplo, MALLOWS (1998) propôs a

seguinte definição: *“Pensamento estatístico preocupa-se com a relação entre os dados quantitativos e os problemas do mundo real, freqüentemente na presença de variabilidade e incerteza. Ele tenta tornar preciso e explícito o que os dados dizem sobre os problemas de interesse”*.

Não há como imaginar um mundo em que não haja variação, pois a variação é parte intrínseca da vida. Por isso, está sempre presente no ambiente, seja entre produtos, pessoas, serviços, processos, organizações, natureza, etc. Evidentemente que, em qualquer ambiente produtivo, a presença da variação pode decorrer por diferentes causas assim como ocorre na natureza; algumas delas são explicáveis outras não. Parte dessas causas é inerente aos processos que compõem o sistema produtivo, as quais são denominadas de variações aleatórias. Mas há uma parte da variação que pode indicar padrões incomuns, atípicos que, ao serem eliminados, podem evitar perdas e riscos (NOLAN & PROVOST, 1990). Neste sentido, é vital que gerentes entendam o que a variabilidade indica sobre os processos; quais são as fontes de variação; como a variabilidade afeta os custos da qualidade; e como a variabilidade pode ser reduzida e controlada.

Toda estratégia que busque a melhoria de processos passa, indiscutivelmente, pela definição de ações corretivas que visem aumentar a eficiência desses processos. Deste modo, a organização reduz todos os custos associados com inspeção, desperdício, retrabalho e insatisfação dos clientes (SULLIVAN, 1984); ainda mais no cenário competitivo atual em que a redução de custo tem sido a estratégia competitiva de muitas organizações para aumentar sua lucratividade.

Assim, as definições apresentadas acima trazem a variação como um conceito primordial para compor o pensamento estatístico. Todavia, é bom lembrar que variação e variabilidade não são sinônimas e que esse intercâmbio conceitual nem sempre é aplicado de forma apropriada. Variabilidade tem um sentido mais amplo, pois abrange não somente a variação, mas a instabilidade e a falta de exatidão (acurácia). Assim, ao se adotar variabilidade em lugar de variação em cada uma das definições mencionadas acima se consegue criar um sentido mais abrangente para o pensamento estatístico. A Figura 4.3 ilustra essa idéia ao mostrar que a instabilidade e a falta de acurácia também são indicativos da presença de variabilidade. Estes conceitos são comumente explorados em estudos de confiabilidade metrológica.



Fonte: Adaptada pela autora

**FIGURA 4.3 – Três significados que indicam presença de variabilidade diante de suposição de normalidade: instabilidade; falta de acurácia; e variação.**

Conforme destacado nas definições apresentadas acima, a variabilidade estará sempre presente, entre produtos, pessoas, serviços, processos, natureza, etc. O importante é tentar descobrir: (1) o que a variabilidade indica sobre os processos; (2) qual a fonte de incerteza em relação aos dados estatísticos; e (3) qual o entendimento que se tem dos conceitos de probabilidade para se estudar a variabilidade. Assim, será possível diagnosticar problemas que propiciem ações corretivas nos processos.

As variações podem ser inseridas num processo através de suas entradas típicas (*inputs*), na forma de recursos transformados e de recursos de transformação ou por meio de atividades e condições que transformam estas entradas em saídas (*outputs*). Essas variações podem se originar de seis fontes distintas, segundo BRITZ et al. (2000):

- (a) *Pessoas*: por meio de diferentes maneiras de fazer as coisas, diferentes estilos de aprendizagem, diferentes talentos e habilidades;
- (b) *Máquinas*: por meio de equipamentos inconsistentes, descalibrados ou imprecisos ou de várias partes de equipamentos, cujo desempenho não é uniforme (apesar de se esperar que sejam);

- (c) *Material*: devido à diversidade de fornecedores que supostamente compreendem as mesmas entradas, ou mesmo da falta de controle da variação existente entre diferentes remessas de um mesmo fornecedor;
- (d) *Método*: a execução de procedimentos mal elaborados ou inapropriados para se estudar as fontes de variação pode se constituir numa fonte de erros;
- (e) *Medições*: inabilidade ou incapacidade de medir exatamente e precisamente as diversas saídas dos processos;
- (f) *Ambiente*: pode haver variação tanto no ambiente físico como no ambiente de trabalho, nas políticas<sup>19</sup>, e ações administrativas.

O principal fator para se analisar as fontes de variação são os dados. Os dados compõem uma parte crucial no estudo da variabilidade, pois, assim como são geradores de resultados, são geradores de incerteza. Aos dados também estão imputadas fontes de erros que interferem diretamente nos resultados da aplicação dos métodos estatísticos.

Embora a existência de dados seja fundamental para se estudar variabilidade é importante distinguir a diferença entre entender variabilidade e se usar dados. Variabilidade existirá independentemente da disponibilidade ou não de dados para estudá-la. Enquanto que os dados são coletados para melhor entender variabilidade. Mas para entender tal diferença é preciso medir.

Estatisticamente falando, a medição é a única forma de se efetivar a observação de um fenômeno que apresenta variações. A medição efetiva a ligação entre variação e dados, seja nos processos técnicos, nos de manufatura, ou nos processos não técnicos, como os administrativos, de serviços ou de transações. Do ponto de vista operacional, a medição é empregada para: monitorar/acompanhar a produção; controlar ou investigar um processo; garantir a qualidade de produtos e processos de fabricação; garantir o atendimento às exigências de metrologia e de especificações; evitar o desperdício; e reduzir a taxa de erros, defeitos e falhas. Naturalmente, que, para tanto, é preciso investir. A medição é um investimento que a organização faz para se beneficiar

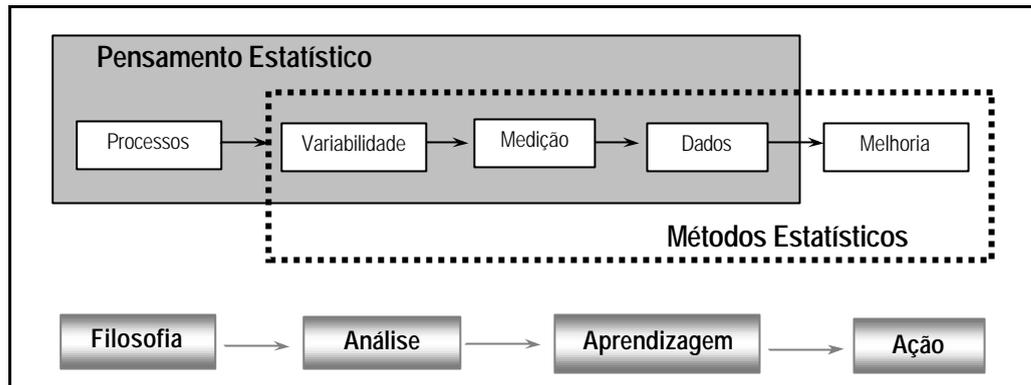
---

<sup>19</sup> Política: conjunto de valores definidos como verdade que servirão de orientação para o comportamento de um determinado grupo de pessoas.

das vantagens de se manter informada sobre as mudanças que ocorrem no ambiente interno ou externo à organização, e também para dar maior confiabilidade aos seus clientes.

A Figura 4.4 ilustra conceitos que definem uma estrutura que representa a sinergia entre pensamento estatístico e métodos estatísticos como catalisadores da melhoria da qualidade, os quais são foco direto dos projetos Seis Sigma. Porém, para melhor compreender o potencial de cada um dos conceitos destacados é necessário perceber que:

- *Sem uma visão de processo*: as pessoas têm dificuldade de entender o problema real e de como devem se comportar face às propostas de soluções; é difícil definir o escopo do problema e descobrir causas fundamentais para a existência do problema; o gerenciamento é ineficaz; e a melhoria é lenta;
- *Sem entender variação*: pode ser difícil separar causas comuns de causas especiais; o entendimento do processo é dificultado; o gerenciamento do processo é ineficaz; a melhoria é lenta; não há como dimensionar e reduzir as perdas; e a aprendizagem é lenta;
- *Sem medição*: não há como inferir sobre o desempenho dos processos em geral que podem impactar na satisfação dos clientes; não se percebe onde estão os pontos fortes ou fracos (oportunidades e ameaças); não há como coletar dados;
- *Sem dados*: todos acham que sabem o que está acontecendo; não há histórico; há maior dificuldade em se justificar as ocorrências de falhas e de sucesso; não há análise estatística; e a melhoria não acontece;
- *Sem métodos estatísticos*: não há evidência e sim impressões; a redução da variabilidade fica dificultada; os diagnósticos acerca da estabilidade dos processos são prejudicados, pois, os resultados são pouco consistentes; a melhoria é lenta; e a argumentação gerencial e operacional é fraca.



Fonte: Adaptado de BRITZ et al. (2000).

**FIGURA 4.4 – Pensamento estatístico como catalisador da melhoria da qualidade de produtos e processos.**

### 4.3.2 Aplicação no ambiente industrial

A Figura 4.4 possibilita perceber que a aplicação do pensamento estatístico não está comprometida com a necessidade de se usar ferramentas estatísticas. Na verdade, o entendimento da abrangência do pensamento estatístico, em níveis gerencial e estratégico, dá maior impacto e racionalidade às ações do que propriamente o uso dos métodos estatísticos (HARE et al., 1995). Para BRITZ et al. (2000), o pensamento estatístico deve anteceder o uso dos métodos e ferramentas estatísticas, haja vista que é conceitual, universalmente aplicável, e tem como requisito principal, o conhecimento. Já os métodos estatísticos fortalecem o pensamento estatístico ao fornecerem oportunidades de melhoria dos processos como consequência da medição, coleta de dados e análise estatística.

Muitas organizações têm investido numa melhor capacitação de seus funcionários, tornando-os mais aptos a empregarem a teoria estatística. No entanto, essa estratégia de melhoria da qualidade e da produtividade ainda é questionável. Duas razões principais para este questionamento foram assinaladas por LEITNAKER et al. (1996). A primeira diz respeito à crença errônea de que os métodos estatísticos sejam meios para promover a melhoria organizacional. Sobre este ponto, embora o uso dos métodos estatísticos seja muitas vezes um recurso necessário, é responsabilidade daqueles que gerenciam os processos definir os meios e onde será aplicada a abordagem estatística. A segunda razão se refere à preocupação em treinamento de operadores,

supervisores e técnicos; como se a deficiência dos processos fosse ocasionada somente por falta de preparo dos profissionais de nível operacional, e não por outros aspectos que refletem problemas nos níveis gerencial e estratégico, ou seja, uma visão estatística estreita por parte de gerentes e administradores. Falhas na implementação da estratégia decorrentes da não compreensão da visão e da estratégia, limitações do sistema de informações de marketing, utilização de indicadores de desempenho pouco abrangentes, e resistência à mudança de cultura, são alguns desses problemas.

Frente ao exposto acima, pode-se perceber que o pensamento estatístico fornece uma abordagem mais holística para a melhoria, a qual é complementada pelos métodos estatísticos que são pautados no uso de dados, na análise da variabilidade existente nos processos, produtos e serviços.

A fundamentação conceitual fornecida nesta seção permite refletir melhor sobre os aspectos discutidos no Capítulo 2 acerca da abordagem estatística do Seis Sigma. O enfoque na abordagem quantitativa para subsidiar a tomada de decisão tão marcantes do Seis Sigma faz com que o pensamento estatístico tenha uma posição de destaque não apenas na seleção como na implementação dos projetos Seis Sigma.

#### **4.4 Metodologia Sistematizada para Solução de Problemas**

As atividades que asseguram qualidade podem ser agrupadas em três processos fundamentais, conforme aponta JURAN (1989). São eles: planejamento da qualidade; controle da qualidade e melhoria da qualidade. Nesta seção, maior foco será dado às atividades de melhoria da qualidade, as quais são tipicamente conduzidas por meio de projetos de natureza pró-ativa.

Segundo De MAST (2004), as estratégias de melhoria da qualidade consistem “... numa série de conceitos coerentes, passos (fases), regras metodológicas e ferramentas que guiam um profissional da área de qualidade a trazer a qualidade de um processo ou produto para níveis sem precedentes”.

No século passado, os métodos estatísticos ganharam relevância nas aplicações industriais para melhoria da qualidade, bem como para o controle da qualidade, impulsionados pelo trabalho de Shewhart, conforme já mencionado neste capítulo.

O PQSS é impulsionado, entre outros pontos, pelo uso de um conjunto de

ferramentas estatísticas e gerenciais para construir uma base consistente e sistematizada para a melhoria de processo (GOH & XIE, 2004). A melhoria de processo está intimamente ligada à melhoria dos níveis de qualidade de produtos e serviços e, conseqüentemente, relacionada às métricas que refletem o que é importante para satisfazer às necessidades e expectativas dos clientes.

Grandes corporações como General Eletric, Motorola, Allied Signal, Siemens, entre outras, estruturam os cursos de treinamento de seus funcionários com uma carga horária considerável na abordagem de conceitos e fundamentos teóricos sobre métodos de estatística básica. Os cursos de treinamento para BB's e GB's são exemplos disso (HENDERSON & EVANS, 2000; HOERL, 2001).

Para ter uma idéia de como é a sistematização metodológica empregada na implementação dos projetos Seis Sigma, será introduzido deste ponto em diante algumas das razões para a aplicação de um conjunto de métodos e técnicas para se avaliar e otimizar processos, com o propósito claro de melhoria da qualidade.

No cenário do Seis Sigma duas metodologias são encontradas para que a definição dos projetos Seis Sigma signifique uma intenção clara de busca da perfeição técnica, cujo resultado esperado é um avanço significativo nos níveis de qualidade. São elas: DMAIC e DFSS.

#### **4.4.1 DMAIC**

O ciclo DMAIC, como é conhecida a metodologia básica do Seis Sigma, consiste no desenvolvimento de um conjunto de etapas direcionadas para a solução de problemas que está focado na utilização de métodos que assegurem a redução da taxa de defeitos e falhas nos produtos, serviços e processos existentes. Com um enfoque altamente orientado para dados, essa metodologia está estruturada por um ciclo de melhoria de cinco etapas: Definir (D), Medir (M), Analisar (A), Melhorar/Incrementar (I) e Controlar (C). Este modelo metodológico tem características muito semelhantes às do ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) já conhecido e largamente difundido na literatura (PANDE et al., 2001; SENAPATI, 2004). As etapas do ciclo DMAIC mencionadas anteriormente podem ser mais bem compreendidas observando a descrição de cada uma das etapas conforme segue (para mais detalhes, vide PANDE et al., 2000; HARRY & SCHROEDER, 2000):

**Definir (D):** Nesta etapa é definido o problema a ser resolvido, incluindo impacto no cliente e potenciais benefícios. Enfocam-se metas e objetivos estratégicos através de idéias que representem oportunidades de melhoria de alto potencial e que sejam dirigidos às características críticas aos olhos do cliente; sem deixar de priorizarem requisitos importantes para o sucesso do negócio. Esta é uma etapa em que é primordial a existência de dados que subsidiem o estudo de avaliação dos benefícios que a solução planejada trará para o negócio. A confiabilidade do sistema de coleta de dados e de medição é priorizada também nesta etapa, uma vez que deve haver uma preparação e um delineamento consistente para que as etapas seguintes sejam factíveis e viáveis.

**Medir (M):** Prioriza-se a identificação das métricas válidas e confiáveis que auxiliarão no desenvolvimento de uma infra-estrutura de medição. Além de definir o que deve ser medido, nesta fase é importante criar um plano de coleta de dados eficiente que possibilite ter uma visão geral de: Quem coletará e/ou compilará os dados? Quais formulários serão necessários? Quantas observações ou itens serão necessários? Com que frequência será preciso realizar medições? Onde estão os dados e informações necessárias? Quanto de recurso será necessário para obter os dados? Como serão treinados os coletores de dados? Como o processo de medição será monitorado? O que deve ser mudado ou adaptado para facilitar a sistemática da medição? A avaliação do sistema de medição é um ponto chave nesta fase do ciclo.

Então, é fundamental que a equipe envolvida no projeto tenha total consciência das definições operacionais que o projeto requer para ser realizado, haja vista que, possivelmente, serão necessárias medidas de entrada (relacionadas à eficácia do fornecedor); medidas de processo (eficiência do processo interno); medidas de resultado (eficácia do processo interno – relação com a satisfação do cliente); e medidas financeiras (avaliação do impacto financeiro no negócio).

**Analisar (A):** A ênfase é a análise dos dados coletados e determinação da raiz das causas de defeitos que geram oportunidades para melhoria, identificando *gaps* entre desempenho real e meta de desempenho, bem como fontes de variação. As atividades nesta fase incluem, ainda, a caracterização do nível sigma e a identificação das

oportunidades para melhoria, juntamente, com objetivos quantitativos para cada oportunidade.

**Melhorar/Incrementar (I):** Procura-se determinar como se deve intervir nos processos em busca de uma redução significativa do nível de defeitos. A melhoria do processo alvo é obtida através de projetos que englobem soluções criativas para fixar e prevenir problemas. Nesta fase, prioriza-se também a disciplina, o desenvolvimento e desdobramento do plano de implementação. A experimentação estatisticamente planejada é um dos métodos mais utilizados para se reduzir a variabilidade nas variáveis resposta e se descobrir níveis ótimos destas variáveis, principalmente, em situações de processos diagnosticados como de baixa capacidade em termos de valores de índices de capacidade  $C_p$  e  $C_{pk}$ .

**Controlar (C):** Procura-se pelo controle dos processos em um novo patamar de desempenho, recorrendo a constantes medidas das variações, e a um plano de monitoramento que possibilite ações corretivas e previna a reversão a um estado de desempenho inferior.

#### 4.4.2 DFSS

DFSS é uma metodologia cujo enfoque é mais preventivo, e objetiva o planejamento de produtos, serviços ou processos altamente capazes e configurados para a sistemática do Seis Sigma. Conhecida como *Design for Six Sigma* (DFSS), essa metodologia também se desenvolve em cinco estágios, o ciclo DMADV - Definir (D), Medir (M), Analisar (A), Desenvolver (D) e Verificar (V) - que objetiva minimizar a ocorrência de surpresas indesejáveis de última hora e inconveniências que são, tradicionalmente, associadas ao lançamento de novos produtos, serviços ou processos (HAHN et al., 2000). Podem contribuir para a redução da probabilidade de ocorrência de causas especiais de variação

De uma forma geral, o uso dessa metodologia requer uma base sólida de conhecimento sobre métodos estatísticos, além de outros métodos científicos utilizados para solução de problemas, controle e otimização de processos. Os princípios descritos por HAHN et al. (2000) acerca da aplicação da metodologia DFSS são:

- **Requisitos dos clientes/voz do cliente:** características críticas para qualidade e outros requisitos para os novos produtos, serviços ou processos são definidos ao nível do cliente. Isto é atingido pelo uso disciplinado de ferramentas de pesquisa de mercado e outras como *Quality Function Deployment* (QFD);
- **Requisitos “flow down”:** Os requisitos dos clientes são gradativamente incorporados aos requisitos do projeto funcional, ao projeto detalhado e às variáveis de controle de processo. Isto assegura que uma visão sistêmica seja mantida ao longo do desenvolvimento do projeto e evita uma finalização prematura do projeto;
- **Capacidade “flow up”:** A capacidade de reunir os requisitos mencionados acima é continuamente avaliada à luz de dados novos e/ou daqueles que sejam relevantes. Isto permite uma consideração inicial dos potenciais *trade-offs*<sup>20</sup>, assim como evita surpresas indesejáveis.
- **Modelagem:** A modelagem é baseada na relação dos requisitos dos clientes com os elementos do projeto. Esta modelagem não é feita de forma única. Simulação de eventos discretos e planejamento de experimentos são alguns exemplos de métodos utilizados dos modelos matemáticos e estatísticos que são aplicáveis.

Conforme mencionado acima, a metodologia usada para implementar a DFSS envolve cinco passos organizados de modo estruturado e orientada a dados. Em linhas gerais, as atividades que caracterizam as etapas que compõem o ciclo DMADV são as seguintes (HAHN et al., 2000):

**Definir (D):** Identificar novos produtos, serviços ou processos para serem desenvolvidos (ou re-projetados). Desenvolver e definir um título para a equipe, incluindo escopo, âmbito do negócio, economias, recursos e plano de projeto. As

---

<sup>20</sup> *Trade off* - intercâmbio. Ocorre quando as atividades são incompassíveis; significa que há mais necessidade de uma coisa do que de outra; cria a necessidade de escolha e propositalmente limitam o que a empresa oferece.

atividades na etapa D são baseadas no senso comum e constituem a maior porção de qualquer programa de treinamento sobre gerenciamento de projeto. Esta etapa requer cuidado com o dimensionamento do escopo e com a disponibilidade de recursos.

**Medir (M):** Planejar e conduzir pesquisas para entender as necessidades do cliente e requisitos associados. Traduzir essas necessidades e requisitos em características críticas para a qualidade.

**Analisar (A):** Desenvolver conceitos alternativos. Selecionar o conceito mais ajustado para desenvolver um projeto de alto nível e prever a capacidade de o projeto reunir os requisitos necessários para seu desenvolvimento. Nesta etapa, várias opções de projetos são consideradas e avaliadas sistematicamente. Isto pode envolver o uso combinado de ferramentas estatísticas mais avançadas.

**Desenvolver (D):** Elaborar o projeto detalhado. Avaliar a capacidade do projeto proposto e desenvolver planos para pilotar ou re-projetar um novo produto ou serviço.

**Verificar (V):** Construir um protótipo ou piloto da função completa do novo produto ou produto/serviço re-projetado, isto é, uma versão em escala limitada é submetida a uma validação de seu desempenho.

De uma forma geral, a metodologia Seis Sigma suporta o PQSS e está alicerçada nos princípios dos métodos científicos. Por isso requer uma base sólida de conhecimento sobre métodos e técnicas de análise estatística, bem como outros métodos científicos utilizados para solução de problemas, controle e otimização de processos. Obviamente, que a aplicação de alguns dos métodos e ferramentas de melhoria que compõem o ciclo DMAIC ou mesmo o DMADV não está restrita a implementação do PQSS na organização. Sobre este aspecto, a falta de profissionais capacitados e o não comprometimento da equipe talvez sejam os grandes limitadores do uso apropriado da metodologia Seis Sigma.

O propósito desta seção não foi listar ou identificar as técnicas e ferramentas indicadas nas etapas dos ciclos DMAIC ou DMADV, mas, sim, ressaltar o

propósito de cada uma das etapas. Parece evidente que o uso de uma ou de outra ferramenta de forma adequada dependerá do conhecimento técnico sobre sua aplicabilidade. Acerca da aplicabilidade, mais adiante serão fornecidos mais detalhes.

#### **4.5 Formação e Capacitação dos Recursos Humanos**

No âmbito do Seis Sigma, grande atenção é dada para a criação de uma infra-estrutura adequada de recursos humanos como um dos requisitos que possibilita o aumento da vantagem competitiva em decorrência dos ganhos em qualidade de produtos, serviços e processos. A composição de uma equipe apropriada de especialistas com papéis definidos é uma questão primária não apenas para iniciar a implementação do PQSS, como também para sustentá-lo.

Assim, as subseções que seguem destinam-se a abordar dois tópicos principais: (1) o desenvolvimento de potencialidades para a organização advindas da formação e capacitação dos recursos humanos; e (2) as especificidades do Seis Sigma quanto a identificação dos papéis dos especialistas que permitem o impulsionamento do Seis Sigma.

##### **4.5.1 Desenvolvimento de potencialidades para a organização**

A evolução dos sistemas produtivos após a segunda guerra mundial incitou a busca por vantagem competitiva por meio de uma maior capacitação do capital intelectual das organizações. Este assunto vem sendo objeto de estudo de muitos pesquisadores preocupados com o impacto da gestão do conhecimento no desempenho organizacional, com os fatores que influenciam significativamente a aprendizagem organizacional, entre outros fatores correlatos.

A formação e capacitação de recursos humanos tem sido inserida como parte do contexto das discussões teóricas e práticas sobre capital intelectual por alguns autores (SVEIBY, 1998; EDVINSSON, 1997; SULLIVAN, 1999; PETTY & GUTHRIE, 2000; USOFF et al., 2002; McCANN & BUCKNER, 2004 e CHEN et al., 2005). Isto porque parte do capital intelectual está diretamente relacionada ao capital humano, ou seja, à contribuição efetiva das pessoas para promover o crescimento das organizações.

EDVINSSON (1997) define capital intelectual como um ativo intangível

que consiste basicamente na soma do capital humano com o capital estrutural da organização. O capital humano consiste dos funcionários da empresa, incluindo suas técnicas, habilidades, conhecimentos e experiências (*know-how*), e o capital estrutural é o ativo “*hard*” da empresa (SULLIVAN, 1999). Ele inclui uma vasta lista de itens contabilizados financeiramente no ativo do balanço patrimonial (ativo circulante, realizável em longo prazo e permanente). Na visão do autor, o capital humano é a parte do capital intelectual que não pode ser apropriada por qualquer empresa. Já do capital estrutural, a empresa tanto pode se apropriar como pode negociar.

Para EDVINSSON (1997), capital intelectual constitui informação suplementar não subordinada às informações financeiras. Além disso, o autor ressalta que, enquanto na era industrial, os investimentos concentravam-se mais nos ativos tangíveis, na era pós-industrial, uma maior proporção de investimento vem se destinando à aquisição de conhecimento e ao desenvolvimento da competência para conduzir o capital humano.

Considerando uma abrangência maior para o capital intelectual, SULLIVAN (1999) explica que o capital intelectual não é composto apenas pelo capital humano e pelo capital estrutural. Há também o ativo intelectual, que é a parte do capital humano convertida em papel (ou qualquer outra forma de mídia), como, por exemplo, planos, procedimentos, memorandos, desenhos, programas de computador, esboços, para citar alguns. Desta lista, qualquer item que seja protegido legalmente é chamado de propriedade intelectual. Esta última inclui patentes, direitos autorais (*copyrights*) e marca registrada, por exemplo.

Alguns estudos empíricos realizados recentemente para avaliar o impacto dos investimentos no capital intelectual sobre o desempenho organizacional dão evidências de que há uma relação direta entre eficiência do capital intelectual com lucratividade e crescimento de receita. Por isso, na opinião de CHEN et al. (2005), o “capital intelectual está sendo crescentemente reconhecido como o maior direcionador do crescimento nacional e corporativo”.

Uma pesquisa *survey* realizada por USOFF et al. (2002) fornece indicativos de que os SMD's estão sendo implementados pelas organizações de alto capital intelectual, considerando a inclusão de indicadores de desempenho que possibilitem capturar o efeito da contribuição do capital intelectual. Os autores

recomendam que as organizações desenvolvam SMD's que capturem a contribuição do capital intelectual, e que, para isso, a abordagem tradicional de medição do desempenho, baseada na contabilidade gerencial, não é suficiente para garantir o sucesso no longo prazo.

A formação e capacitação dos recursos humanos é um dos fatores primordiais e imprescindíveis para o desenvolvimento de qualquer instituição. A construção de equipes de trabalho que contribuam para a elevação do capital humano é um dos fatores principais para sustentação das vantagens competitivas de uma empresa moderna. Por esta razão, BATALHA et al. (2001) assinalam que a organização que investe em recursos humanos adquire condições singulares na atuação e gerência destes recursos, pois viabilizam o desenvolvimento de uma competência que a diferencia das demais, e ainda gera vantagens competitivas. Os mesmos autores apontam que quando a empresa dispõe de pessoas mais qualificadas há menos risco de imitação em relação à inovação de produtos e processos.

A mensuração do capital humano é um outro ponto discutido na literatura. Medir financeiramente a capacidade criativa das pessoas, o conhecimento explícito adquirido por elas por meio da educação formal e a experiência decorrente da reflexão sobre erros e acertos passados, ainda é uma tarefa difícil, principalmente, para as organizações que investem pouco no capital humano como um assunto estratégico (CHEN et al., 2005). O capital humano acaba sendo um valor oculto, não contabilizado, que representa a diferença entre o valor contábil e o valor de mercado de uma empresa (EDVINSSON & MALONE, 1998).

Complementando esses aspectos, maior destaque se dá hoje para a valorização dos ativos intangíveis (aqueles provenientes da inteligência humana e dos recursos intelectuais). A expressão “ativos intangíveis” concebida por SVEIBY (1998) e citada por BATALHA et al. (2001) se refere a um conjunto de elementos que inclui: a competência dos funcionários, a estrutura interna em termos de marcas, conceitos, modelos e sistemas administrativos, e a estrutura externa, que abrange as relações com clientes, fornecedores, e a própria imagem da empresa.

Trabalhos mais abrangentes sobre capital intelectual, como os textos de EDVINSSON & MALONE (1998) e SVEIBY (1998), possibilitam uma melhor compreensão da importância deste tema como meio de garantir a sobrevivência e o

crescimento de organizações que almejam uma posição de excelência em seus mercados; casos típicos das organizações que investem em iniciativas como o Seis Sigma, onde a priorização da formação e especialização de equipes de trabalho é um fator crítico de sucesso.

É notório que um referencial teórico que envolva o desenvolvimento de potencialidades para as organizações advindas dos recursos humanos pode ir muito além do que foi abordado até aqui, principalmente, considerando que, atualmente, dados, informação, tecnologia e conhecimento estão mais fortemente interligados. Por isso, acaba havendo um aumento da abrangência destes assuntos, bem como a relação deles com a formação e capacitação das pessoas.

Cabe ressaltar, que o propósito desta seção foi situar brevemente o leitor sobre o estado da arte e sobre conceitos que também estão interligados ao aumento do potencial competitivo. Além disso, os conceitos tratados acima complementam a visão de o quanto é importante o desenvolvimento do capital humano, dos ativos intelectuais e do capital estrutural para a criação de uma infra-estrutura que garanta o sucesso do PQSS numa organização que busca excelência em qualidade. Esta infra-estrutura inclui investimentos em tecnologia que facilitem a comunicação, o desenvolvimento de sistemas de informação adequados, a armazenagem e análise de dados, entre outros tópicos.

Destacando o valor do capital humano, SVEIBY (1998) assinala que “As pessoas são os únicos verdadeiros agentes na empresa. Todos os ativos e estruturas – quer tangíveis ou intangíveis – são resultado das ações humanas. Todos dependem das pessoas, em última instância, para continuar a existir”.

A formação da equipe de especialistas e seus respectivos papéis dentro do PQSS é um exemplo claro de investimento em capital intelectual que se traduz em potencialidades para a organização. No caso do Seis Sigma, este investimento tem contribuído para o aumento do desempenho de muitas organizações.

#### **4.5.2 Os especialistas envolvidos com o Seis Sigma: identificando papéis**

A composição de um grupo de pessoas de diferentes níveis de atividades, com papéis e responsabilidades específicas é um fator determinante no desdobramento da estratégia Seis Sigma.

Na infra-estrutura criada para implantar o Seis Sigma, a identificação e seleção de pessoas mais habilitadas a aplicar e difundir os conceitos fundamentais sobre a metodologia sistematizada para resolução de problemas consiste num diferencial para o sucesso da implementação dos projetos.

Na estrutura mais difundida na literatura e até mesmo na maioria das organizações, os quatro níveis de especialização considerados para se estabelecerem diferentes posições hierárquicas dos envolvidos identificam a participação de: GB's, BB's, MBB's e *Champions* (HENDERSON & EVANS, 2000).

A tarefa principal de cada um desses participantes é identificar e implementar os projetos Seis Sigma seguindo a orientação estratégica do negócio. Para isso, pessoas técnicas e não técnicas, executivos, gerentes e outras pessoas das áreas de negócio são incluídas na composição dessa equipe multifuncional.

Alguns autores (HENDERSON & EVANS, 2000; INGLE & ROE, 2001; HOERL, 2001) identificam cada nível de atuação dos participantes explicitando suas atividades com base nas definições usadas pela GE e Motorola. Nessas companhias a identificação dos especialistas por nível de atuação é feita conforme segue:

- *Green belt* (GB): é uma pessoa, em geral de nível operacional ou de média gerência que recebe um treinamento mais simplificado sobre as ferramentas e técnicas para prevenção e resolução de problemas. O GB normalmente lidera pequenos projetos de melhoria e trabalha no Seis Sigma como parte das suas atribuições do dia a dia. Em algumas organizações não é exigido do GB a tarefa de liderar projetos, mas sim, de auxiliar os BB's na coleta de dados e no desenvolvimento de experimentos. Alguns gerentes de área funcional também são certificados como GB's, uma vez que são responsáveis pelo apoio tático que é necessário para a implementação dos projetos Seis Sigma.
- *Black belt* (BB): É uma pessoa com treinamento no uso de ferramentas e técnicas para prevenção e resolução de problemas. Apesar de desempenhar um papel mais operacional, colocando "a mão na massa" e fazendo com que a melhoria aconteça, cabe ao BB também certas atividades gerenciais. Um típico BB lidera vários projetos ao mesmo

tempo, lidera times de trabalho, orienta GB's, identifica oportunidades de melhoria e auxilia no treinamento dos demais envolvidos com a implementação dos projetos sob sua responsabilidade.

Sobre o tempo de dedicação, em algumas organizações o BB se dedica parcialmente. Em outras, o BB é voltado integralmente às atividades relativas ao Seis Sigma.

- *Master black belt (MBB)*: É um *expert* em qualidade que desempenha um papel mais gerencial e estratégico. Dedicado integralmente ao Seis Sigma, o MBB é o mentor de um grupo de BB's e atua diretamente na formulação da estratégia de implementação, no treinamento dos participantes, na seleção, direcionamento e revisão de projetos, e no desdobramento do PQSS dentro do negócio. O MBB recebe uma preparação mais aprofundada sobre as técnicas e ferramentas para resolução de problemas, tanto as mais simples como as mais complexas. Por este motivo, ele equivale a um consultor interno sobre assuntos correlatos ao Seis Sigma.
- *Champion*: É o patrocinador, um líder de negócio treinado para promover e liderar o desdobramento do Seis Sigma nas diferentes áreas do negócio. É também denominado de "Lider de Qualidade" em algumas organizações e desenvolve um trabalho eminentemente estratégico. É ele quem formula a estratégia de implementação, fixa objetivos, aloca recursos, monitora a evolução, entre outros pontos. Uma responsabilidade final do *Champion* é tomar as principais decisões no grupo com relação às soluções que serão geradas durante a melhoria do processo. Há variações quanto ao grau de conhecimento que o *Champion* tem sobre as técnicas e ferramentas para resolução de problemas, mas na maioria dos casos esse grau é equivalente ao de um GB.

Outros níveis de atuação também podem ser considerados na constituição de uma equipe de implementação mais completa. Por exemplo, o CEO (*Chief Executive of Organization*), que é o Executivo Líder, também pode ser incluído, pois, é a pessoa da alta gerência do negócio comprometida com a implantação do Seis Sigma em nível

estratégico. É ele quem seleciona os executivos *Champions*, incentiva e supervisiona as iniciativas de melhoria em toda a organização, além de verificar os benefícios financeiros alcançados com os projetos Seis Sigma.

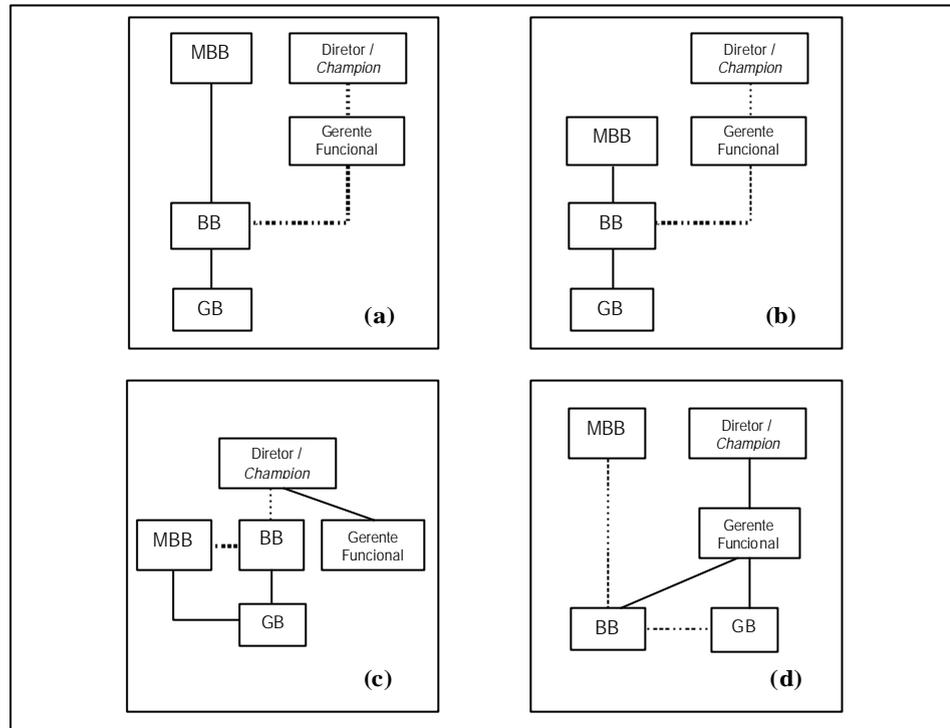
Os *Team members* (membros da equipe) também podem ser incluídos, posto que, em algumas organizações, são identificados com a denominação de *Yellow belts* ou *White belts*. Eles são os demais integrantes que compõem a equipe de melhoria e, de um modo geral, executam tarefas mais operacionais.

#### **4.5.3 Estrutura hierárquica dos membros da equipe**

A identificação dos papéis dos participantes apresentada acima é uma forma genérica de estabelecer níveis de subordinação e de atuação para cada participante. Como não há, necessariamente, uma única estratégia de implementação do Seis Sigma, não há também uma estrutura hierárquica única que seja adotada pelas organizações. Logo, alguma variação na disposição dos papéis pode ocorrer.

A Figura 4.5 representa alguns esquemas de disposição dos diferentes papéis dos especialistas que podem ser utilizados pelas organizações para definir a estrutura hierárquica dos participantes. Nestes esquemas, foram incluídas algumas poucas adaptações que complementam as disposições apresentadas por PANDE et al. (2001) e de McADAM & LAFFERTY (2004).

Observe que cada letra de (a) a (d) na Figura 4.5 apresenta uma estrutura hierárquica que identifica o nível de subordinação de MBB, BB e GB. Nos casos (a) e (d), o MBB tem uma posição de destaque. Enquanto nos casos (a), (b) e (d) o BB tem como superior imediato o Gerente Funcional e é suportado pelo MBB, em (c) o BB tem um papel mais gerencial e é alocado no mesmo nível, tanto do Gerente Funcional, como do MBB.



Fonte: Adaptado de PANDE et al. (2001) e McADAM & LAFFERTY (2004).

**FIGURA 4.5 – Esquemas de disposição da estrutura hierárquica dos especialistas.**

#### 4.6 Tecnologia da Informação

Antes de apresentar alguns aspectos que valorizam a inclusão da Tecnologia da Informação (TI) como um fator preponderante para o sucesso do Seis Sigma, vale a pena estabelecer brevemente qual é o significado de tecnologia e qual é o propósito básico da informação no contexto organizacional.

Tecnologia é conceituada como um conjunto de conhecimentos, especial e, principalmente, científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade (FERREIRA, 1999).

Já a informação, dá condições para que a empresa possa alcançar seus objetivos, usando eficientemente, não apenas a própria informação, como também seus recursos materiais, humanos, financeiros e tecnológicos (PRATES & OSPINA, 2004). De acordo com MORAES et al. (2004), a informação é “como uma mensagem de

comunicação audível ou visível, em geral, apresentada sob a forma de um documento, que envolve um emissor e um receptor e cuja finalidade é mudar o modo como o destinatário vê algo ou exercer algum impacto sobre seu julgamento e comportamento”.

Aliando os dois conceitos acima, a tecnologia da informação pode ser entendida como os meios utilizados pelas empresas produtivas para impulsionar e potencializar o processo de criação e desenvolvimento de capacitação tecnológica (VALLE, 1996). Por ser um conceito abrangente, a tecnologia da informação pode ser entendida como algo mais amplo do que processamento de dados, sistemas de informação, engenharia de software ou um conjunto de *hardware* e *software*, pois, na verdade, também envolve os recursos humanos, administrativos e organizacionais (LAURINDO et al., 2001).

Acerca da relevância da TI para as organizações, MORAES et al. (2004) ressaltam que:

- A TI proporciona a inovação de produtos e serviços; e viabiliza a capacidade interna da organização;
- É um recurso potente para o planejamento estratégico das organizações que possibilita vantagens competitivas por meio da diferenciação; do melhor relacionamento com clientes; gera facilidades para entrada em alguns mercados; permite a formulação de novas estratégias competitivas; entre outros pontos;
- É responsável pelo armazenamento de dados sobre o ambiente externo, permitindo a criação de um repositório de informações sobre a relação da empresa com seus clientes;

No âmbito da gestão da qualidade, a TI vem se configurando, ao longo dos anos, como um recurso poderoso que hoje é quase imprescindível para as grandes corporações para geração de conhecimento sobre a qualidade dos processos produtivos. Por meio da TI, não apenas os meios para controle da qualidade puderam ser melhorados, com o aumento das facilidades de utilização de técnicas estatísticas, mas também as ações gerenciais, em razão dos investimentos em sistemas para agilizar o fluxo de conhecimento pela organização (LAURINDO, 2002).

Com os avanços da TI houve um aumento significativo da capacidade de

coletar, estocar, processar e transferir informações. Em função disso, as organizações puderam aumentar a velocidade de comunicação interna e externa; reduziram o tempo de resposta às mudanças do ambiente interno e externo; aumentaram o fluxo de informações e o feedback interno; passaram a ter mais poder para promoverem alterações na natureza do trabalho, no gerenciamento e na estrutura organizacional; melhoraram a integração dos negócios; e, de um modo geral, expandiram seu estoque de conhecimento (VALLE, 1996).

Atualmente, com a disponibilidade de tecnologias eletrônicas tais como, monitoramento automático de processo, acesso mais facilitado a grandes bases de dados e transferência rápida de informação, a TI tem prestado um serviço primordial como uma potente arma estratégica competitiva (LAURINDO et al., 2001).

Como já descrito no Capítulo 2, o Seis Sigma traz como característica marcante o foco na coleta, uso e análise de dados que possam viabilizar a visão estratégica e seus desdobramentos. Neste sentido, a TI converge de forma fundamental para os propósitos do Seis Sigma.

Conforme apontam alguns autores, como INGLE & ROE (2001), a infraestrutura de TI aliada ao uso das ferramentas computacionais e estatísticas vêm se configurando como fatores preponderantes para o sucesso do PQSS.

GOH (2002) reforça esta posição ao mencionar que a utilização dos métodos de mineração de dados (*data mining*) para extração de informações em bases de dados relativos às atividades industriais, comerciais e financeiras, tornou-se mais acessível depois do aumento da capacidade computacional. Apenas para esclarecer, o termo mineração de dados se refere ao processo de extração de conhecimento de grandes coleções de dados armazenadas em banco de dados relacionais, transacionais, objeto-relacional, orientados a objetos, *data warehouses*, ou outro tipo de repositório de informação (HAN & KAMBER, 2000).

No contexto da implementação dos projetos Seis Sigma, GOH (2002) ressalta ainda que a aplicação de *data mining* dentre as ferramentas integrantes do ciclo DMAIC, principalmente, para dar suporte às análises multivariadas baseadas em históricos abrangentes, juntamente, com o enfoque do Seis Sigma para geração de dados (planejamento de experimentos - DOE) pode direcionar melhor a busca por conhecimento e soluções. LAURINDO (2002) também ressalta essa importância do

*data mining* que combinada com o *Customer Relationship Management* (CRM) compõem duas ferramentas de suporte poderosas. No caso do CRM, a contribuição está em tornar possível conhecer o comportamento dos hábitos dos consumidores, combinando vários elementos de tecnologia, pessoas, recursos de informação e de processos.

Na óptica de LAURINDO (2002), a inter-relação entre TI e Seis Sigma fica mais clara à medida que se compreende os conceitos de eficiência e eficácia aplicados à TI. O autor considera que a eficiência está ligada aos aspectos internos à atividade de TI, enquanto a eficácia enfatiza o confronto dos resultados das aplicações de TI com os resultados do negócio, incluindo os possíveis impactos em sua operação e estrutura. Para sintetizar seu argumento, o autor destaca que: (a) o Seis Sigma atua como direcionador do alinhamento estratégico, quando estabelece requisitos, objetivos e metas para novas aplicações de TI; (b) a TI fornece o apoio necessário para o sucesso do Seis Sigma; e (c) as ferramentas do Seis Sigma podem ser usadas para melhorar a eficiência do processo de desenvolvimento das aplicações de TI, como, por exemplo, *softwares* para apoio estatístico, *softwares* para simulação, gestão de banco de dados, desenvolvimento de sistemas de informação e outros.

Em síntese, o Seis Sigma ao mesmo tempo em que influencia o desenvolvimento de aplicações de TI, é influenciado pela TI por meio de seus inúmeros benefícios.

#### **4.7 Resumo do Capítulo**

Este capítulo trouxe um referencial teórico que cobriu vários tópicos que se inter-relacionam com o Seis Sigma, mais especificamente, com a identificação de componentes para a criação de uma estrutura para a implementação do PQSS.

Os tópicos examinados incluem:

- A orientação estratégica e o alinhamento estratégico como requisitos para se estabelecer uma missão e uma estratégia de implementação para o PQSS.
- A contribuição dos indicadores de desempenho e dos sistemas de medição de desempenho multidimensionais para a gestão do desempenho, por meio da descrição da evolução da abordagem dos

SMD's nas últimas décadas.

- O pensamento estatístico e a aplicação da metodologia sistematizada Seis Sigma: requisitos teóricos estatísticos fundamentais para o PQSS.
- A formação e capacitação dos recursos humanos, como um fator primordial para impulsionar vantagem competitiva, apoiados pelos investimentos em CI.
- O desenvolvimento e a utilização da tecnologia da informação e seus inúmeros benefícios como um recurso tecnológico potente e imprescindível da era moderna que pode afetar ou ser afetado pelo Seis Sigma.

Embora traga uma lista extensa de citações bibliográficas, este capítulo não esgota as discussões sobre os tópicos examinados. Na verdade, a composição deste capítulo destinou-se a fornecer um referencial teórico abrangente para sustentar a argumentação que será inserida nos capítulos subseqüentes, especialmente, no Capítulo 7, quando estes tópicos serão recuperados à luz da proposta de um Modelo de Referência para estruturar o PQSS.

No capítulo seguinte, os subsídios empíricos que complementam a teoria examinada neste capítulo são apresentados, levando em conta a óptica das práticas organizacionais. Mais especificamente, o próximo capítulo trata da descrição dos estudos de caso que compõem a segunda etapa do delineamento metodológico da tese, ou seja, a pesquisa empírica com abordagem qualitativa. Esta pesquisa consiste numa fonte de dados primários importante para se conhecer um pouco mais, principalmente, sobre aspectos gerenciais e estratégicos que norteiam a implementação do PQSS em organizações multinacionais.



# Capítulo 5

---

Estudos de Caso: Subsídios Empíricos sobre o  
PQSS



## **5 ESTUDOS DE CASO: SUBSÍDIOS EMPÍRICOS SOBRE O PQSS**

Este capítulo tratará mais especificamente da aplicação dos aspectos metodológicos relativos à pesquisa de campo servindo-se de uma descrição do processo de implementação do PQSS em quatro organizações transnacionais americanas que operam no Brasil. Acerca da referida descrição, inicialmente, serão apontados aspectos que caracterizam de forma geral as organizações estudadas. Num segundo momento, cada organização será descrita individualmente, destacando especificidades do negócio e particularidades sobre a visão do Seis Sigma em cada uma delas, bem como alguns aspectos da estrutura criada para implementação do PQSS.

### **5.1 A Contribuição da Pesquisa Empírica**

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição de características relacionadas ao fenômeno de interesse. Elas podem, ainda, ser usadas com o intuito de estabelecer relações entre certas variáveis, indo além da identificação da existência de relações entre as variáveis e chegando a serem usadas para determinar a natureza dessa relação (GIL, 2002).

Usar os estudos de caso para fins de pesquisa permanece sendo um dos mais desafiadores de todos os esforços das ciências sociais, segundo YIN (2005). A pesquisa organizacional é um desses desafios, uma vez que é estimulada pelo impulso de descobrir informações relevantes que possam subsidiar a teoria existente. Neste sentido, o uso das informações baseadas nos dados reais obtidos nas organizações aqui estudadas enriquece os argumentos teóricos apresentados no Capítulo 4 e sugere o desenvolvimento de novas teorias acerca do Seis Sigma.

### **5.2 Aspectos Gerais das Organizações Pesquisadas**

O estudo avaliou quatro organizações, as quais serão denominadas aqui por Empresas TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ. Na Tabela 5.1 é fornecida uma caracterização preliminar destas organizações, segundo alguns parâmetros descritivos. São eles: setor de mercado, localização geográfica; procedência; número de

funcionários em atividade na fábrica; tipo de produto ou serviço fornecido; destino da produção; e clientes principais.

Pelo exposto na Tabela 5.1 foram tomadas duas empresas de manufatura da indústria automotiva fornecedoras de autopeças e uma do setor de serviços de cartão de crédito. O porte das empresas é variável em termos de número de funcionários; todas procedem dos EUA e atendem ao mercado interno.

### **5.3 O Caso da Empresa TTFix**

#### **5.3.1 Descrição e caracterização da empresa**

A TT Inc. é um grupo multi-industrial americano que realiza operações em cinco segmentos: (1) na produção de helicópteros (TTHel); (2) na produção de aviões (TTAvi); (3) no segmento de fixação (TTFix); (4) no segmento industrial, com vários grupos de negócios; e (5) no segmento de finanças, com uma ampla gama de produtos financeiros para vários tipos de negócios. De um modo geral, o grupo possui operações nos vários continentes, sendo que cerca de trinta delas são nos EUA, quinze na Europa e algumas poucas no Brasil, China, Malásia e Singapura. Ao todo englobam centros de distribuição e fábricas. Na Ásia os negócios são dirigidos para o setor eletro-eletrônico.

No caso da TTFix, a companhia tem operações no Brasil e em vários outros países. Sua produção está voltada para o setor automotivo como fornecedora de componentes utilizados nos sistemas de fixação de automóveis.

Falando brevemente sobre a origem da TTFix, destaque-se que a fábrica surgiu em 1943 quando foi fundada por uma família de alemães com nome de MAP, e funcionava basicamente como uma indústria de atarrachantes. Em 1971, a MAP fez uma parceria de negócios do tipo *Joint-Venture* com uma multinacional americana que tinha uma subsidiária no Brasil, a BRAZ Company. Quinze anos depois, em 1986, a Companhia Siderúrgica BM adquiriu o controle acionário da BRAZ-MAP e promoveu uma série de mudanças, dentre elas constaram: enxugamento de pessoal; redução do número de funcionários de 3500 para 700; e melhoria de processos. Estas ações propiciaram um período drástico de melhorias. Contudo, em 1997, pela falta de condições de sobreviver e continuar competitiva, a BM vendeu as fábricas de produção

TABELA 5.1 - Características gerais das organizações estudadas (TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ), segundo alguns parâmetros descritivos.

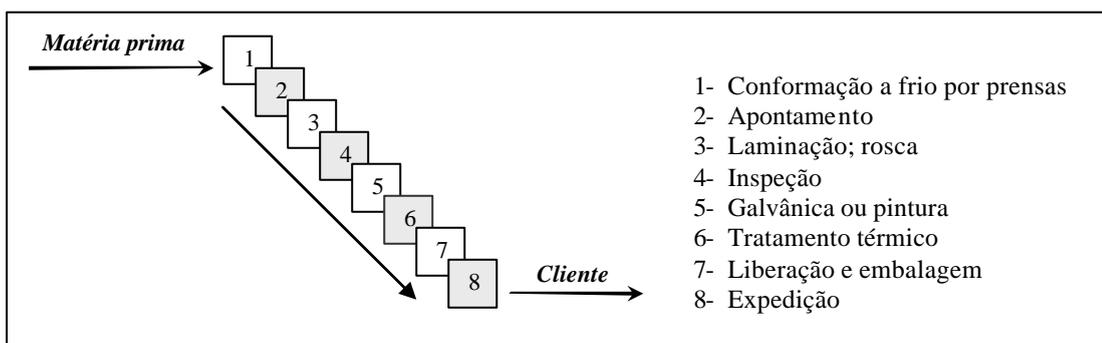
Parâmetros descritivos	Organização			
	TTFix	FASTCARD	FOX-Truck	DQ
<b>Setor de mercado</b>	Metal mecânico (indústria automotiva)	Serviços	Metal mecânico (indústria automotiva)	Químico
<b>Localização da fábrica no Brasil</b>	São Paulo (capital)	Minas Gerais (interior)	São Paulo (interior)	São Paulo (litoral)
<b>Procedência</b>	EUA	EUA	EUA	EUA
<b>Número de funcionários</b>	550	1200	2800	300
<b>Produtos e/ou Serviços</b>	Elementos de fixação para automóveis caminhões e utilitários;	Cartões de crédito	Transmissões mecânicas para automóveis; e tratores.	Produtos químicos; produtos plásticos; produtos agrícolas.
<b>Destino da produção</b>	Mercado interno	Mercado interno	Mercado interno	Mercado interno e externo
<b>Cientes principais</b>	Ford, Fiat, GM, VW, Honda, TRW, entre outras.	Pessoas físicas, estabelecimentos e empresas.	Ford, GM, Nissan, VW, Daymle Chrysler, Volvo entre outras.	Empresas de diversos segmentos

de elementos de fixação para o grupo americano TT Inc. Naquele exato momento foram iniciadas as operações da TTFix no Brasil. As quatro fábricas existentes no Brasil foram consolidadas em apenas duas, as quais estão situadas nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

Juntas, as duas fábricas têm atualmente cerca de 550 funcionários dedicados à produção de elementos de fixação para indústria automobilística. A fábrica de Minas Gerais produz itens semelhantes aos produzidos em São Paulo, entretanto, desenvolve um composto mais restrito de produtos.

Do total da produção das duas fábricas, 60% é produzido em São Paulo e o restante em Minas Gerais. Somente em São Paulo são produzidos em torno de 3.000 itens ativos que atendem quase que exclusivamente ao mercado interno. Para atender a esse composto de produtos, que inclui arruelas, porcas, parafusos e travas de diversos modelos e tamanhos, foi necessário o desenvolvimento de aproximadamente 30.000 ferramentas.

Para entender os processos principais do sistema produtivo foi elaborada a Figura 5.1. Ela ilustra uma seqüência de processos que vão desde a entrada de matéria prima até a saída dos produtos acabados.



**FIGURA 5.1 – Ilustração dos processos envolvidos no sistema de manufatura de elementos de fixação na TTFix.**

Dentre os processos expostos na Figura 5.1, a conformação a frio por prensas e o tratamento térmico são os mais críticos e que demandam maiores investimentos em projetos de melhoria.

Sobre os clientes da TTFix no Brasil, verifica-se que estão concentrados no mercado nacional. Em geral, são montadoras de automóveis, como a Ford, Fiat, GM,

Volkswagen, Honda, TRW, entre outras. A empresa fornece autopeças para algumas sub-montadoras, alguns sistemistas e algumas poucas montadoras de caminhões (Volkswagen, Ford e Daimler Chrysler).

Com relação à posição de mercado, a empresa está na liderança, com uma fatia de 25% do total negociado no mercado nacional em elementos de fixação. Sobre o mercado, há de se registrar que existem cerca de seis multinacionais que dividem as preferências dos clientes com a TTFix. Existem também algumas empresas familiares menores, o que configura um mercado pulverizado nesse segmento de produção.

Quanto ao aspecto contábil, este tipo de negócio requer capital de giro muito alto, uma vez que a margem de lucro é baixa devido ao alto investimento em estoque, em maquinário e em ferramentas que são desenvolvidas para criar produtos que, na sua maioria, tem baixo valor agregado. Do custo total da produção, cerca de 40% vem da matéria prima, chegando até a 70% em algumas peças mais simples.

Sobre a infra-estrutura física, em termos de área total, a unidade de Minas Gerais é maior que a de São Paulo. Em Minas se tem aproximadamente 90.000 m<sup>2</sup> de área total, enquanto em São Paulo há 52.000 m<sup>2</sup>, com uma área construída maior. Em São Paulo o espaço não é tão bem aproveitado, devido à disposição em áreas funcionais até hoje. A logística interna é dificultada à medida que provoca um maior deslocamento do material e dos funcionários. Há dificuldade de mudança de leiaute devido ao tipo de infra-estrutura, isto é, maquinário e outros equipamentos pesados, instalações elétricas, pneumáticas e hidráulicas. Além disso, é comum a utilização de veículos pesados como caminhões e empilhadeiras transitando de um galpão para outro da fábrica. A estrutura departamental não representa necessariamente divisão funcional. Já na fábrica de Minas Gerais o leiaute é mais moderno, contendo algumas células, mas apesar disso não está nas condições ideais.

Para gerenciar a qualidade a empresa adota o Sistema de Garantia da Qualidade. Já foi certificada pela QS 9000, e é certificada pela norma ISO 9001:2000, mais especificamente, pela ISO TS 16949:1999. Atualmente, estão atualizando para a versão 2002.

Em termos de faturamento, do total de cerca de US\$ 12 bilhões de faturado pelo grupo, 15% são arrecadados com as unidades da TTFix espalhadas pelo

mundo. As fábricas brasileiras arrecadam em torno de US\$ 35 milhões.

Com a intenção de continuar crescendo a TTFix vem investindo para concretizar sua missão de “Tornar-se a maior fornecedora de soluções de sistemas de fixação”.

### **5.3.2 A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma**

A TTHel foi o primeiro segmento a utilizar as ferramentas da metodologia Seis Sigma nos anos de 1998 e 1999. Entre 2000 e 2001 a TTAvi iniciou atividades nessa mesma direção, como iniciativa de melhoria da qualidade.

Neste período, a TT Inc. decidiu expandir esta iniciativa de melhoria para os demais segmentos de negócios. A adoção do Seis Sigma foi uma estratégia para transformar a companhia como um todo, tornando-a voltada para a excelência em processos e excelência em gestão. Então, esta foi uma estratégia corporativa para transformar a TT Inc. em uma organização de classe mundial, melhorando processos, meios de gestão e fortalecendo a marca e o portfólio. Ainda em 2001, o Seis Sigma começou a se tornar uma realidade em todos os segmentos de negócios da companhia.

Logo de início, a empresa teve que investir cerca de US\$ 6 milhões no Seis Sigma para o desenvolvimento da estrutura do programa e da estratégia de implementação. Este investimento envolveu a contratação de cerca de dez especialistas MBB's vindos de outras empresas e os serviços de consultoria da *Six Sigma Academy*. Juntos desenvolveram todo o programa de treinamentos que iria atender aos interesses da organização no tocante às propostas de transformação, e elaboraram o material didático que viria a ser utilizado no treinamento dos BB's. O material elaborado foi uma adaptação do que já era utilizado pela *Six Sigma Academy* e foi criado para estar alinhado ao perfil da TT Inc.

Em 2002, o programa foi lançado através dos cursos de treinamento e certificação de BB's. No início foram realizadas quatro ou cinco ondas de treinamento, sendo que cada onda tinha duração de um mês, o que incluía uma semana de curso e três semanas de aplicação na fábrica. Em 2003 foram feitas dezesseis ondas de treinamento de BB's. O treinamento de um BB, nos moldes do programa da TT Inc., tem duração de seis meses.

Com os investimentos realizados após 2001 no Seis Sigma, a TT Inc.

conseguiu:

- Manter a empresa unificada;
- Definir prioridades estratégicas para o futuro e se voltar para excelência, desenvolvendo processos em nível de classe mundial;
- Continuar apostando bastante na inovação;
- Gerenciar o portfólio, isto é, gerenciar o que realmente compõe a empresa, sua linha de produtos; os fatores que geram rentabilidade; os segmentos de negócios, etc.;
- Promover o desenvolvimento de pessoas, a partir do momento que entendeu que era importante ter uma equipe qualificada para desenvolver e atingir esse estágio e nível de excelência, a fim de se manter nele;
- Mudou um pouco a orientação estratégica, passando a ser mais voltada para o mercado e para o cliente. Até então, a empresa não era focada no cliente, principalmente, nos negócios voltados para a indústria aeronáutica. Na verdade, ela lançava seus produtos sem muita preocupação em ouvir a voz do cliente;
- Se apegar a idéia de construção da marca, impondo sua presença no mercado.

Por meio do Seis Sigma, a TT Inc. planejou fazer uma mudança cultural na organização como um todo para que as prioridades estratégicas se viabilizassem. A grande restrição inicial foi a mudança de cultura, a quebra de paradigmas, pois tudo parecia muito desconhecido.

A TT Inc. não tinha outro programa da qualidade corporativo até a adoção do PQSS, mas as operações de ponta sempre tiveram seus sistemas internos para garantir a qualidade e a confiabilidade de seus produtos. O único sistema utilizado era o sistema da garantia dos clientes ou algum outro sistema que atendesse aos requisitos de cada montadora em particular. Em nenhum dos segmentos havia uma preocupação maior em adotar modelos de gestão da qualidade. Círculos de Qualidade, TQM, TPM, nunca fizeram parte das prioridades da TTFix. E, essa não era uma particularidade das unidades do Brasil. Na verdade, em todas as instalações da TTFix no mundo o foco nunca foi a qualidade. A preocupação sempre foi mais com a produtividade; em

conseguir o máximo possível de produtos; em atender o máximo possível de clientes.

A inspeção total de boa parte de sua linha de produtos ainda é o método utilizado para garantir qualidade e confiabilidade. Há deficiências nos processos que geram uma quantidade significativa de refugo e que aumentam os custos de produção. A inspeção é uma forma de não repassar para os clientes as deficiências do controle da qualidade.

Com as mudanças do mercado global nas últimas décadas e os efeitos da globalização, a mudança de orientação estratégica foi imperativa, assim como a mudança de cultura. Com isso, o Seis Sigma provocou uma mudança estratégica que focou, preliminarmente, a redução da variabilidade, encontrando problemas nos processos defeituosos e na produção de itens com defeitos. Mas essa abordagem não foi suficiente para ganhar competitividade imediata. Assim, a organização priorizou também a eliminação de desperdícios, decisão que provocou um enxugamento das operações em geral. A TTFix foi o segmento que mais passou por esse processo de transformação, por consequência da sua estrutura. Em São Paulo, os processos são muito extensos, os tempos de fabricação muito longos, o tempo de troca de ferramenta também elevado, há muito material em todo lugar e o sistema de produção está estruturado por organização funcional (sem células).

As operações de fixação exigiram no ano de 2003 uma carga mais acelerada de investimentos, principalmente, em atividades de *lean manufacturing*, mais do que em elaboração de projetos para aplicação do DMAIC.

A TTFix estabeleceu como prioridade para o ano de 2004 manter atividades de *lean manufacturing*, realizando pelo menos um evento de *Kaizen*<sup>21</sup> ao mês. Com as atividades de *lean manufacturing* a empresa pretende ficar melhor preparada em termos de nível operacional para que a implementação do PQSS aconteça.

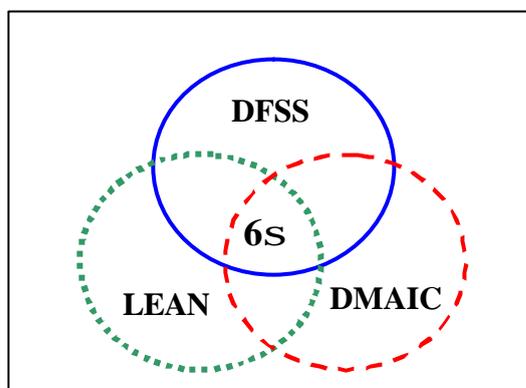
Com relação às metodologias, para possibilitar e impulsionar a inovação e o crescimento, a TT Inc. introduziu o DFSS. A idéia foi utilizar o DFSS como uma ferramenta que, não somente serviria para ouvir a voz do cliente, mas, principalmente, para criar processos mais capazes, e desenvolver novos produtos que atendam as necessidades dos clientes.

---

<sup>21</sup> *Kaizen* tem o significado de melhoria. Em termos organizacionais, este conceito corresponde a uma política e também a uma cultura.

Assim, o PQSS da TT Inc. foi estruturado com base nas seguintes metodologias: *Lean Manufacturing*, DMAIC e DFSS. A Figura 5.2 ilustra a estrutura.

No caso da TTFix, o momento ainda é de se voltar para as atividades e uso de métodos de *lean manufacturing* e do DMAIC para promover a melhoria de processos e redução de defeitos, na maioria dos projetos. Num segundo momento pretende-se enfatizar mais a utilização do DFSS no desenvolvimento de novas ferramentas.



Fonte: TTFix

**FIGURA 5.2 - Estrutura metodológica do PQSS da TT Inc.**

Para sintetizar o significado do Seis Sigma na TTFix o BB assim definiu:

*“Seis Sigma é uma metodologia baseada em um conjunto de ferramentas de eficácia comprovada, voltadas ao gerenciamento de melhorias em três abordagens: redução de variação (DMAIC), redução de desperdícios (Lean) e introdução de novos produtos/serviços (DFSS).”*

A análise das definições fornecidas pelos entrevistados, tanto neste caso como nos demais, é um aspecto importante sob o enfoque conceitual que será analisado no Capítulo 6.

### **5.3.3 Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.**

Iniciar a implementação do PQSS foi um dos fatores que contribuiu para uma maior integração entre as pessoas. Na verdade, a TTFix já tinha propostas nesta linha, pois a gestão por processos é um dos requisitos da ISO/TS-16949. Mas, apesar de já existirem alguns aspectos culturais prévios instituídos que suportavam a integração em algumas áreas (a área Comercial é uma delas), com o Seis Sigma surgiu uma necessidade ainda maior de se integrar as áreas.

A disciplina e clareza de propósitos para as ações foram mais bem esclarecidas depois da adoção do Seis Sigma. As pessoas passaram a estar mais conscientes de como e porque integram uma equipe que tem um objetivo em comum. A importância do trabalho em equipe ficou evidenciada a ponto das pessoas saberem claramente porque fazem parte de uma equipe; qual é a contribuição que elas têm que dar; e de que maneira surgem os resultados. Com isso, o Seis Sigma formalizou a comunicação e o entendimento entre as pessoas, e gerou a expectativa de que, de agora em diante, ninguém se disporá a trabalhar num projeto de melhoria ou na solução de um problema sem pensar num trabalho em equipe.

### **5.3.4 Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma**

No concernente à formação e capacitação das pessoas como parte primordial da implementação do PQSS, vale destacar algumas especificidades acerca dos cursos que são ministrados. Primeiramente, é bom comentar que no treinamento dos BB's há maior ênfase em teoria estatística, uma vez que ela será utilizada como ferramenta para solução de problemas. A ênfase é muito maior no aprendizado da metodologia para solução de problemas, mas também enfatiza as iniciativas de *lean manufacturing*, a qual inclui o estudo global dos capacitadores<sup>22</sup>.

A menor ênfase na abordagem estratégica é explicada pelo fato de que na

---

<sup>22</sup> Os capacitadores de *lean manufacturing* englobam as tecnologias, metodologias e as ferramentas empregadas na manufatura enxuta (GODINHO FILHO & FERNANDES, 2004).

visão da companhia, o enfoque estratégico deve entrar na hora de selecionar os projetos para se ter a garantia de que estes realmente fiquem alinhados aos objetivos estratégicos da empresa.

Atualmente, a empresa vem utilizando uma outra metodologia chamada BAP (*Business Assessment Process*), que proporciona foco na identificação de novos projetos para BB's, GB's, *Kaizens* e ações "*Just do it*", a qual reforça a preocupação com o alinhamento estratégico.

É interessante notar que do ponto de vista pessoal, o treinamento em si não é visto como algo que muda significativamente a vida das pessoas. Ele até traz alguns benefícios pessoais, mas, caso a pessoa não consiga colocar em prática seu aprendizado, estes benefícios não são percebidos nem no ambiente de trabalho e muito menos fora dele. Isto significa dizer que há um grande incentivo para que se faça uso intenso do conjunto de ferramentas discutido ao longo do treinamento. Assim, será possível perceber melhor a eficácia da metodologia e o quanto o investimento agregou à pessoa e à empresa.

Para começar a montar as equipes de GB's a TTFix deparou com uma dificuldade inicial inesperada: poucas pessoas do chão de fábrica atendiam ao perfil de GB desejado. De um modo geral, as pessoas interessadas que eram mais próximas ao chão de fábrica não apresentavam a qualificação mínima desejável. Na sua maioria, aqueles que atendiam às condições procediam da área administrativa. Diante disto, a composição mais equilibrada das equipes ficou prejudicada e demandou maior flexibilidade quanto aos requisitos definidos previamente pelos responsáveis pelo treinamento.

A orientação seguida para a preparação dos GB's prioriza certos procedimentos, dos quais pode-se destacar:

- (1) Buscar a motivação da equipe por meio de atividades que gerem maior envolvimento e comprometimento de todos com o projeto. Neste sentido, as atividades de *Kaizen* podem ser mais produtivas do que a elaboração de um projeto mais pensado e planejado.
- (2) Utilizar vocabulário simples e uma linguagem acessível (sem palavras ou expressões em inglês);

- (3) Procurar saber se as pessoas estão realmente entendendo os conceitos, checando e testando constantemente o aprendizado;
- (4) Procurar listar diariamente as principais dúvidas e dificuldades e buscar uma solução imediata para eliminar as dificuldades;
- (5) Utilizar questões práticas que sejam mais próximas do dia a dia das pessoas, em vez de exercícios ilustrativos para exemplificar a utilização das ferramentas estatísticas.

### **5.3.5 Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados**

Dentre os diversos assuntos relacionados à implementação do PQSS a definição dos projetos Seis Sigma é um ponto de primordial atenção. Na TTFix a seleção dos projetos é um assunto estratégico de competência do gerente geral da fábrica. O gerente que é também o *Champion*<sup>23</sup> é a pessoa que ocupa a posição mais elevada da empresa e é quem tem as metas de resultados passadas pela matriz. Além disso, ele define a área que requer melhoria e qual a meta de resultado para a melhoria almejada. O MBB, o BB e o *Champion* são os encarregados pelo delineamento do escopo dos projetos. Mas, é atribuição de BB ajustar o escopo, sabendo que sua meta mínima é um ganho de ao menos um sigma, o que significa uma melhoria no processo de 70%.

Com o conhecimento preliminar sobre o escopo do projeto relacionado ao processo que requer melhoria, o BB decide se ele se encarregará sozinho de desenvolver o projeto ou se engajará algum GB na tarefa, uma vez que o GB participa dos projetos sempre sob a supervisão do BB. Caso algum GB seja incluído na tarefa, ele terá a responsabilidade de traçar um primeiro esboço do escopo, o qual será posteriormente revisado pelo BB.

Para definição do escopo o BB deve detalhar uma série de itens. Dentre eles constam:

---

<sup>23</sup> O *Champion* neste caso foi uma pessoa que recebeu treinamento de BB e que depois de implementar alguns projetos importantes passou a ocupar a posição de diretor da fábrica.

- (1) Definir objetivos
- (2) Descobrir se o projeto está alinhado com os quatro alavancadores do negócio (resultado líquido, satisfação do cliente, retorno sobre investimento e fluxo de caixa);
- (3) Identificar quais são as restrições para melhoria, quando houver;
- (4) Estabelecer limites, identificando o que fica dentro do problema e o que fica fora. Em particular é mais importante saber o que fica fora dos limites, ou seja, a parte que não será alterada com a melhoria proposta;
- (5) Quantificar os ganhos financeiros, contando com uma pessoa da área financeira para melhor quantificar esses ganhos. Essa pessoa da área financeira se encarrega também da identificação do tipo de ganho que se conseguirá com a melhoria, ou seja, se a melhoria resultará num ganho imediato (receita direta) ou se num ganho potencial (oportunidades);
- (6) Quem será a equipe de patrocinadores. Neste caso, o vice-presidente executivo dos projetos Seis Sigma sempre está presente, assim como, o *Champion*, o BB, o MBB, o gerente de fábrica, o supervisor da área, e a pessoa de área financeira, que é quem atesta a viabilidade financeira do projeto e quem quantifica o resultado. A equipe de patrocinadores se responsabiliza pela efetivação da proposta de melhoria e assume um compromisso formal para que o projeto seja implementado. Um contrato é celebrado entre os envolvidos para formar o compromisso dos mesmos com a implantação do programa e aumentar a garantia de conclusão dos projetos.

Em termos conceituais a TTFix trabalha com a idéia básica de que um projeto Seis Sigma está associado sempre ao grau de dificuldade de solução do problema e da necessidade da melhoria propiciar ganhos permanentes ou de longa duração, ou seja, são aqueles projetos que permitem soluções que sustentam os ganhos financeiros por muito tempo. Deste modo, a abordagem Seis Sigma é utilizada como uma última tentativa de se solucionar o problema que requer melhoria.

Um outro aspecto importante sobre a estrutura de implementação do PQSS na TTFix diz respeito ao direcionamento dos projetos Seis Sigma e ao

gerenciamento dos projetos. Como mencionado acima, na definição do escopo o BB deve verificar se o projeto proposto está alinhado aos alavancadores do negócio. Estes alavancadores é que darão o direcionamento para a definição dos projetos Seis Sigma.

Sobre estes alavancadores é importante mencionar que TTFix está implementando um *Balanced Scorecard* (BSC) com quatro perspectivas e um conjunto de indicadores que, ao que parece, ainda não está totalmente consistente. A definição dos indicadores ainda está em fase de maturação, pois nos últimos dois anos esses indicadores sofreram algumas modificações. Na verdade, a adoção do BSC também faz parte desse processo de mudança que a organização está se submetendo para cumprir sua missão. Há dois anos, o desempenho era avaliado individualmente, com base nos resultados financeiros de cada unidade de negócio. A falta de integração entre as diversas unidades da TTFix espalhadas pelo mundo retardou a construção de um sistema unificado de medição de desempenho.

Atualmente, as perspectivas adotadas para avaliar o desempenho da TTFix são: **Construção da marca** (satisfação do cliente; crescimento orgânico; taxa de captura de novos negócios); **Desenvolvimento de pessoas**; **Gerenciamento do portfólio e Excelência corporativa** (aqui entram indicadores associados ao Seis Sigma); e **Finanças** (retorno sobre investimento; fluxo de caixa; lucro operacional líquido; vendas por empregado).

O sistema de medição de desempenho corporativo é voltado para um plano de metas objetivo. Tais metas englobam as seguintes categorias: (a) Meta de economias; (b) Meta de produtividade; (c) Índices de acidente; e (d) Giro de estoques. Sendo assim, de um modo geral a diretriz para a seleção e definição dos projetos Seis Sigma devem se originar no plano de metas objetivo que, ao ser desdobrado, estabelece as perspectivas do BSC e, conseqüentemente, dos alavancadores do negócio.

Para gerenciar os projetos Seis Sigma, a organização dispõe de um sistema de gerenciamento chamado *Power Steering*. Este sistema funciona via *Web* e contém dados sobre cada projeto em suas diferentes fases de implementação. O *Power Steering* é alimentado com dados fornecidos pelas áreas financeiras de cada fábrica e sua principal função é medir, mensalmente, o *status* e os resultados financeiros de cada um dos projetos.

Sobre os indicadores de desempenho empregados, percebe-se que a

empresa tem avaliado o sucesso da implementação dos projetos pelos resultados financeiros alcançados em cada projeto individualmente. Neste sentido, cada projeto é monitorado e tem seus resultados expostos e divulgados periodicamente no *Power Steering*. Alguns dos indicadores de desempenho utilizados nesta avaliação de desempenho são: número de horas (valorizadas) economizadas; redução das perdas de material; redução dos gastos com frete especial.

A abordagem adotada para o gerenciamento dos projetos decorre do foco em resultados financeiros, e da ênfase em gerar economias através dos projetos Seis Sigma. A proposta da corporação é que cada BB conclua quatro projetos ao longo de um ano com cerca de US\$ 250 mil de economia por projeto, e que cada GB tenha como meta a conclusão de pelo menos seis projetos que gerem US\$ 50 mil de economia cada um. Falando mais especificamente sobre a fábrica de São Paulo, em função das dificuldades de se conseguir tais economias com os tipos de operações efetuadas, já foram feitas algumas concessões para facilitar o cumprimento das metas. Com isso, a meta do BB passou para até dez projetos que totalizem US\$ 1 milhão em economias geradas por ano.

### **5.3.6 Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS**

Diante do investimento geral realizado pela TTFix, apesar do pouco tempo de implementação, o BB da TTFix identifica que para o sucesso do PQSS, existem alguns elementos que constituem parte primordial para que os resultados do Seis Sigma aconteçam realmente. São eles:

- Criar uma estrutura para a implementação: A TT Inc. optou por implementar o programa de forma corporativa para evitar que uma outra área utilizasse o Seis Sigma como uma ferramenta de melhoria de uso isolado; criou uma vice-presidência para administrar esse processo de mudança; alocou recursos; mantém uma equipe de BB's e de MBB's trabalhando em tempo integral para o desenvolvimento dos projetos Seis Sigma.
- Alocar recursos: Os investimentos iniciais são elevados, tanto em capacitação, como na preparação da infra-estrutura para implementação e gerenciamento. Não conseguir sustentar os investimentos necessários

para criar toda a estrutura de implementação e de gerenciamento adequadas para obtenção e controle dos resultados pode retardar ou até impedir a implantação;

- Formação e capacitação das pessoas: A TTFix gasta 240 horas no treinamento de um BB; o que, segundo o entrevistado, é uma quantidade superior à média da maioria das empresas. A empresa requer, além do treinamento, que o BB desenvolva e implemente dois projetos; que desenvolva dois módulos de treinamento de GB; que o BB busque e consiga a certificação; que o BB oriente um grupo GB e que os estimule a se certificarem.
- Gerenciar e controlar os resultados sobre o Seis Sigma: Há de se ter meios e tecnologia adequados para controlar e quantificar os resultados dos projetos, valendo-se de métricas de desempenho financeiras e não-financeiras sobre os projetos (sistema de medição de desempenho);
- Comprometimento: não permitir a perda de interesse das pessoas pela conclusão dos projetos; viabilizar a execução dos projetos em todas as suas fases e avaliar o que os projetos agregam às pessoas;
- Disseminar a cultura: aumentar o número de pessoas treinadas para que a cultura seja disseminada.

A respeito dos benefícios para os clientes, a redução do índice de atraso tem sido a principal contribuição. Internamente, a redução do tempo de *setup* é um dos problemas mais críticos enfrentados pela produção e que tem se tornado um dos alvos principais na busca da melhoria dos processos. Apesar do curto tempo, já apareceram alguns resultados positivos nesta direção em decorrência de projetos Seis Sigma.

## **5.4 O Caso da Empresa FASTCARD**

### **5.4.1 Descrição e caracterização da empresa**

A FASTCARD Company é um grupo empresarial de origem norte americana que opera na indústria de serviços efetuando transações financeiras,

comercializando cartões de crédito e provendo serviços de turismo e viagens de negócios. A FASTCARD está dividida em três segmentos de negócios: a FASTCARD Financeira, que é licenciada para atuar como banco, negociando produtos financeiros; a FASTCARD Tempo, responsável pelas operações com cartões de crédito; e a FASTCARD Turismo e Viagens, como provedora de serviços de viagens para pessoas físicas e jurídicas.

Mas, a FASTCARD tem uma história interessante que vale a pena conhecer, mesmo que superficialmente. Foi ainda por volta de 1850, nos Estados Unidos, que um grupo de senhores se uniu para começar um "serviço expresso" de transporte de cargas e valores. Ainda em 1882, foi criada a inovadora "ordem de pagamento" da FASTCARD, e em 1891, criaram-se os cheques de viagem, em resposta às necessidades daqueles que realizavam viagens longas, principalmente, viagens internacionais, e que necessitavam de uma forma simples e segura de transportar valores.

Depois de uma época de expansão internacional e uma forte tendência para a indústria de viagens, a companhia aumentou o seu reconhecimento com o lançamento do cartão FASTCARD. Emitido em 1958 pela primeira vez nos EUA e em 1964 no Canadá, o cartão FASTCARD rapidamente chegou às mãos de mais de um milhão de associados e 121.000 estabelecimentos afiliados. Em 1970 já era aceito em mais de dez países. Seu rápido crescimento deveu-se a força de sua marca, a excelência de seus serviços a clientes e a seus escritórios ao redor de todo o mundo.

As necessidades dos clientes impulsionaram a FASTCARD a se reinventar constantemente e é essa capacidade de inovação que faz dela uma companhia única. A partir da década de 90, a FASTCARD concentrou suas atividades como provedora global de serviços de viagens, produtos financeiros e cartões de crédito, expandindo suas operações através de alianças e marcas comerciais que a tornam presente em mais de 130 países com mais de 1.700 escritórios de viagens.

Dados fornecidos pela FASTCARD dão indícios de seu sucesso e reconhecimento no setor de serviços. A FASTCARD emprega mais de 80 mil funcionários; seus cartões são emitidos em mais de 52 países e aceitos em mais de 175; a cada dois minutos, um novo estabelecimento é afiliado; sua base de associados ultrapassa os 42 milhões; e possui 1.700 escritórios de viagem em mais de 130 países.

A FASTCARD do Brasil começou nos anos 1980 após uma avaliação positiva do potencial do mercado. Com a abertura de uma unidade emissora de cartões no país, uma equipe composta por dez pessoas em menos de um ano já tinha uma centena de pioneiros. Na época, foi preciso viajar pelo país explicando o conceito de cartão de crédito, um tipo de produto/serviço quase desconhecido por aqui. O primeiro produto foi o cartão FASTCARD, que foi lançado como patrocinador de um grande evento de arte moderna em São Paulo, já antecipando a preocupação da empresa com ações humanitárias e culturais.

De acordo com alguns registros históricos da empresa, a FASTCARD introduziu no Brasil conceitos inovadores, divulgou a importância do turismo quando poucos percebiam o potencial dessa indústria e antecipou-se à abertura de mercado lançando o primeiro cartão internacional para empresas. Hoje, a FASTCARD tem um dos mais modernos centros de operações da América Latina, no interior de MG. Existem, ainda, outros centros na Argentina e no México, sendo que em um dos centros do México fica a coordenação dos demais centros da América Latina.

No Brasil, a FASTCARD opera essencialmente com cartões de compra e crédito, cheques de viagem e serviços corporativos. Falando mais especificamente da FASTCARD Tempo em Minas Gerais, seus clientes são portadores de cartão de crédito, tanto pessoas físicas como pessoas jurídicas e estabelecimentos que aceitam o cartão FASTCARD. Neste segmento de negócio a empresa faz a gestão dos dois grupos de clientes (portadores e estabelecimentos). Para os clientes pessoas jurídicas a FASTCARD tem o cartão de crédito corporativo como um de seus produtos mais fortes.

Para conseguir manter-se competitiva, a FASTCARD cuida atentamente de quatro processos-chaves para o negócio. São eles: (1) Pagamento de clientes; (2) Pagamento aos estabelecimentos; (3) Autorizações e despesas; e (4) Aquisição de cartões.

Por priorizar a melhoria destes processos-chave a FASTCARD consegue estar entre as 23 marcas mais respeitadas; estar entre as 150 marcas mais admiradas do Brasil; ser a segunda empresa do setor de cartões de crédito mais admirada pelos presidentes das demais companhias que competem na mesma indústria. Ainda sobre a posição de mercado, segundo dados da Revista Exame, a empresa é conceituada como uma das 100 melhores empresas para se trabalhar. Já, em termos de perfil de clientes,

atualmente, a FASTCARD detém uma posição de destaque junto aos clientes que pagam faturas de cartão de crédito mais elevadas.

Pelo fato de operar na indústria de serviços, uma das características principais do negócio é que a relação com o cliente torna-se mais volátil e o feedback desses clientes acaba sendo muito mais rápido do que aconteceria numa indústria de manufatura. Conforme foi apontado em entrevista com um BB, a expectativa do cliente na indústria de serviço é muito mais forte; o que faz com que ele tenha mais poder de influenciar na performance do que poderia num ambiente de manufatura. O cliente dá um constante feedback sobre a efetividade do produto, e esse feedback é instantâneo.

Outros pontos que caracterizam o negócio são: a alta concorrência e a dificuldade de manter a fidelidade à marca. A FASTCARD vem investindo fortemente na aplicação de ferramentas para melhoria da qualidade como estratégia de diferenciação para aumentar seu potencial competitivo. Com isso a organização pretende vencer os obstáculos que a distanciam por qualquer motivo dos clientes.

Para garantir seu prestígio e sua sustentabilidade a FASTCARD assumiu o seguinte compromisso: “Fornecer um serviço de alta qualidade para que o cliente reconheça o valor de nosso produto”.

#### **5.4.2 A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma**

Primeiramente, é importante ressaltar que a FASTCARD foi uma das pioneiras na aplicação do Seis Sigma na indústria de serviços no Brasil e no mundo.

A FASTCARD adquiriu os direitos de uso da metodologia Seis Sigma em 1998. Ainda em 1998 os primeiros BB's começaram a serem treinados no mercado doméstico. Em 1999 houve uma expansão visando treinar pessoas em vários mercados ao redor do mundo. Em 2000 foi treinado o primeiro BB da América Latina, o qual saiu da unidade de Minas Gerais.

No começo, a principal dificuldade para a implementação do PQSS foi fazer com que os gestores acreditassem nos benefícios do Seis Sigma. A questão era que poucos gestores e gerentes de departamento conheciam a metodologia e, de um modo geral, estavam mais preocupados em soluções de curto prazo. Como os resultados da aplicação das ferramentas da metodologia Seis Sigma normalmente são alcançados em médio e longo prazo, no início, esta diferença de enfoque foi um dos maiores

obstáculos. Na verdade, foi difícil convencer os gestores de que essa metodologia contribuiria muito na busca por resultados sustentáveis.

A FASTCARD não utiliza outro programa de qualidade associado ao Seis Sigma, mas utiliza um conjunto de ferramentas de qualidade que dão o suporte necessário para ações corretivas em problemas cuja causa seja mais facilmente conhecida. Para os problemas de processo ou defeitos que causam grande impacto no cliente e cuja causa é desconhecida, a metodologia Seis Sigma é adotada como o caminho mais indicado. As oportunidades de retorno sobre o investimento por conta de correções no processo também são analisadas buscando se chegar a uma solução pela metodologia Seis Sigma. Além do já mencionado, a metodologia tem sido bastante útil no gerenciamento de um processo de forma global, isto é, de ponta a ponta.

A FASTCARD está entrando atualmente num estágio avançado de implementação. Ao longo dos últimos cinco anos a companhia criou uma infra-estrutura de gerenciamento do programa que permite acompanhar e controlar o processo de implementação nas diversas unidades de negócio da corporação, e, atualmente, a empresa oferece cursos de treinamento para MBB's, BB's e GB's que, na sua grande maioria, conseguem a certificação. De um modo geral, o fato dos gestores serem treinados e dos gerentes serem GB's reforça uma estrutura gerencial que garante a diretriz da alta administração e permite que os caminhos fiquem mais abertos para o sucesso da implementação dos projetos Seis Sigma.

Para gestão do programa a corporação possui um conselho denominado *Six Sigma Council*, que é o gestor corporativo do Seis Sigma. Este conselho é responsável por indicar pessoas para receberem os treinamentos de BB e MBB; por definir metas anuais; e por direcionar os investimentos relativos ao PQSS.

O enfoque do programa em melhoria contínua da qualidade é maior do que em resultados financeiros. Daí a preocupação em se calcular o custo da má qualidade para todo e qualquer projeto que é desenvolvido, mesmo para os projetos nos quais não será utilizada a metodologia Seis Sigma. O intuito é procurar oportunidades de melhoria dos processos que gerem impacto nos clientes e que abram espaço para a criação de projetos Seis Sigma. Mas, faz parte deste propósito criar condições para que outros tipos de projetos possam promover melhoria nos processos. Os projetos de re-engenharia e de automatização são alguns deles.

Sintetizando o modo de pensar sobre o Seis Sigma e seu significado dentro da organização, um BB entrevistado assim definiu:

*“Seis Sigma é uma metodologia utilizada para correção de defeitos existentes em processos, utilizando ferramentas estatísticas para que nós encontremos as causas reais de definição dos defeitos nos processos para que elas sejam melhoradas e controladas. O que determina o que é um defeito ou um erro é o cliente. O cliente que fala, que dá as suas especificações e dentro das especificações do meu cliente eu vou definir se meu processo está dentro das especificações, se o meu processo está eficiente ou não. Então, a metodologia Seis Sigma é isso: é corrigir defeitos pelo ponto de vista do cliente”.*

#### **5.4.3 Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.**

Quanto à estrutura de implementação, o PQSS da FASTCARD se caracteriza por três fases. A fase inicial é a de implantação do programa. Ela se dá por meio do treinamento dos GB's, BB's e MBB's, os quais constituem a fundação, o alicerce necessário para começar a promover qualquer melhoria com base nos conceitos do Seis Sigma, ou seja, a base de tudo. Na segunda fase, os GB's, BB's e MBB's treinados são estimulados fortemente a conseguirem suas certificações para que eles possam planejar ações corretivas nos processos; para que tenham condições de gerenciarem os processos e identificarem os projetos que irão melhorar os processos defeituosos, tendo em mente a preocupação constante de aumentar a satisfação dos clientes. A terceira fase consiste em começar a desenhar novos processos já se utilizando da metodologia Seis Sigma, ou seja, utilizar o DFSS. Em síntese, a estrutura de implementação do PQSS contempla três frentes metodológicas: DMAICL, que contempla as fases do DMAIC acrescida de uma última (*Leverage*) que consiste na obrigatoriedade do resultado impulsionar outros processos além daquele que está sendo corrigido; SSPM - *Six Sigma Process Management* – que é uma metodologia para gerenciamento de processos pelo Seis Sigma.

Hierarquicamente, o BB responde para um gerente de departamento e para o diretor de qualidade, sendo que este último atua no direcionamento de qual processo crítico deve ser atacado, na decisão de qual será o melhor momento para atacar

esse processo crítico e por esclarecer quais são os resultados esperados. Esta linha de comando está atrelada a uma orientação estratégica que é definida pelo presidente da FASTCARD no Brasil.

O desdobramento estratégico é fundamentado no estudo dos processos que tem maior impacto nos clientes. Alguns desses processos estão ligados aos seguintes pontos: (1) Desenvolvimento de novos produtos, serviços e relacionamentos; (2) Obtenção de novos clientes; (3) Processamento das transações; (4) Processamento de extratos, pagamentos e reconciliações; (5) Atendimento a clientes; (6) Gestão do relacionamento com clientes; e (7) Gerenciamento do risco e prevenção de fraudes.

Dentro da estrutura do Seis Sigma, não há um MBB em cada centro operacional, mas existem MBB's que ficam em Miami, EUA, para dar orientações e instruções quanto ao uso da metodologia. De uma forma geral, como o MBB é a pessoa responsável pelo treinamento dos BB's, ele fornece todo o suporte técnico que os BB's necessitam para implementar seus projetos. Além disso, é uma pessoa que ocupa uma posição estratégica na empresa.

Um dos pontos claros em termos estratégicos é que a FASTCARD utiliza o PQSS como estratégia de diferenciação, visando ganhar vantagem competitiva. Frente ao fato de que o preço não é um objetivo de desempenho primário para conseguir aumentar o número de clientes, a FASTCARD tenta se diferenciar dos concorrentes se valendo de métodos que reduzam a ocorrência de defeitos e falhas e que promovam uma melhoria da qualidade dos serviços que seja percebida por seus clientes. Neste sentido, a empresa busca a fidelidade de seus clientes por meio do aumento do valor agregado de seus produtos.

O foco principal do PQSS é estratégico. Os métodos estatísticos são meios para se conseguir a eficiência necessária no gerenciamento dos processos. Inserida nesse foco principal está a satisfação do cliente, e sobre ela deve ser observado que um defeito é identificado a partir do momento que o cliente faz algum tipo de solicitação ou reclamação que causa insatisfação por ele não poder ser atendido pelos procedimentos operacionais de rotina, no tempo que ele gostaria.

Uma das metas principais, no que se refere ao gerenciamento dos processos, é tornar os processos mais robustos. A preocupação com a redução das falhas operacionais é constante, por isso, com frequência são criadas alternativas que reduzam

as possibilidades de erro por falha humana. Na maior parte dos processos há intervenção humana e, neste sentido, a empresa foca o treinamento, a comunicação e a disseminação da cultura Seis Sigma em todos os níveis de atividades.

O diferencial na abordagem de gerenciamento dos processos está no uso das ferramentas do Seis Sigma para se encontrar as oportunidades de melhoria da qualidade, ou seja, em aplicar o SSPM.

Para iniciar a fase de capacitação das pessoas, primeiramente, a FASTCARD teve que adaptar a metodologia para a realidade dos serviços, uma vez que até então sua utilização tinha sido quase que exclusivamente aplicada em manufatura. No caso dos BB's o treinamento é dado pelos membros do *Six Sigma Council* que são MBB's. O local onde é dado este treinamento não é fixo, depende um pouco do local de origem das pessoas que compõem o grupo que será treinado.

Dentre os benefícios de se conseguir a certificação de BB, o *status* e a respeitabilidade são pontos marcantes, e definem uma posição de destaque para o indivíduo dentro da organização. Na FASTCARD o BB atua como uma espécie de consultor interno, posto que é dedicado integralmente aos assuntos relacionados com a implementação do PQSS.

Quanto ao perfil do BB, a FASTCARD classifica os candidatos a BB pelos seguintes requisitos: deve ser uma pessoa *expert* em processos; experiente no uso de metodologias para gerenciamento de projetos e processos; deve ser uma pessoa com habilidade e perícia em análise de dados e de situações; ter noções de estatística; e ser preferencialmente engenheiro.

Atualmente a FASTCARD tem dois BB's no Brasil, sendo que um está mais diretamente ligado à área de operações (*Business Engineering*), cujas atividades estão voltadas para o desenvolvimento de projetos e para a gestão de processos. O outro desenvolve atividades mais voltadas para os processos administrativos relacionados com o negócio.

Na área de operações da FASTCARD, que está inserida na Diretoria de Controle de Performance, o BB é responsável por implementar projetos de melhoria de processos, sendo que estes projetos têm duas características específicas: os projetos de melhoria para correção de defeitos e o gerenciamento de um processo de ponta a ponta com a metodologia Seis Sigma.

#### **5.4.4 Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma**

Sobre o curso de treinamento para BB, até final de 2004 tinha duração de quatro meses e era aplicado por MBB's da própria organização. Os cursos realizados em outras filiais ou na matriz nos Estados Unidos prevê que o BB fique uma semana por mês em atividades voltadas para o aprendizado das ferramentas, e as semanas restantes são destinadas à dedicação ao projeto na unidade de trabalho.

Para certificação, o BB treinado deve concluir um projeto, o qual deve gerar uma redução de ao menos 80% na quantidade de defeitos. Observe-se que na FASTCARD o BB treinado tem até oito meses para conseguir sua certificação e que não há uma meta financeira para ser alcançada. A prioridade é melhorar a qualidade dos serviços e o impacto no cliente.

Para dar suporte à implementação dos projetos a FASTCARD já treinou um total de sessenta e cinco pessoas. Quarenta e cinco GB's, sendo que oito deles já conseguiram suas certificações, e vinte BB's, sendo dez certificados. Para implementação dos projetos os GB's são orientados pelo seu gestor imediato e também por um BB.

A partir de 2005 a empresa migrou para a consultoria para proporcionar o treinamento de BB's e GB's em vez de utilizar MBB's e material próprio como base do treinamento. Essa alternativa visou redução de custos com pagamento de direitos autorais. Nessa mudança um módulo de *lean manufacturing* foi introduzido.

#### **5.4.5 Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados**

Como na FASTCARD o alinhamento estratégico é uma componente essencial para a definição dos projetos Seis Sigma que devem ser implementados, em geral, o objetivo dos projetos visa constantemente melhorar o grau de satisfação dos clientes. Isto significa que algumas medidas de desempenho relacionadas aos clientes são direcionadoras de projetos.

Em alguns casos, as causas especiais de variação nos processos por si só já sugerem a identificação de uma oportunidade de melhoria. Todavia, o que prevalece

na seleção de projetos é o quanto essa oportunidade de melhoria está impactando o cliente. Em outras palavras, um projeto Seis Sigma tem a rigor que seguir o alinhamento estratégico para que tenha suporte gerencial para sua implementação.

Apesar de todos seguirem um alinhamento estratégico, alguns projetos Seis Sigma têm um impacto mais forte sobre a estratégia que é definida anualmente pela unidade de negócio. Neste caso, os projetos Seis Sigma servem de direcionadores estratégicos; o que demonstra mais claramente a eficiência da solução encontrada com sua implementação.

Para gerenciamento dos projetos, a FASTCARD dispõe de um sistema de controle para acompanhamento da implementação que funciona localmente em cada unidade de negócio. Além disso, há também um outro sistema corporativo que é operado via *Web* para acompanhar e controlar o desempenho do negócio à luz dos resultados do PQSS. Este sistema de gerenciamento do desempenho do PQSS é denominado de Repositório Mundial de Projetos e de Resultados.

O Repositório tem como finalidade possibilitar ao *Six Sigma Council* gerir os resultados provenientes dos projetos Seis Sigma implementados e o *status* dos que estão em fase de implementação. Ele funciona também como um centro de informações para manter os BB's sintonizados uns com os outros, acompanhando os avanços conseguidos por pessoas de outras localidades; observando o retorno sobre o investimento em cada projeto implementado; e permitindo uma integração maior entre os principais envolvidos com o sucesso do PQSS. Neste sentido, a grande vantagem assinalada pelo BB entrevistado é poder ter uma linguagem em comum, pois, no repositório estão depositados documentos vivos sobre todos os projetos Seis Sigma em implementação ou já implementados num formato tal que podem ser acessados por qualquer pessoa que tenha interesse por estudá-los de forma mais detalhada.

Para acompanhar a implementação da estratégia de negócio a corporação tem algumas metas que, de certa forma, definem sua perspectiva de desempenho organizacional. Para os acionistas, por exemplo, a proposta é estar entre os quatro maiores mercados do mundo. No caso do Brasil, ser um dos quatro maiores mercados cobertos pela FASTCARD.

Com relação ao gerenciamento do desempenho da companhia, apenas pessoas que ocupam posições estratégicas têm conhecimento sobre resultados relativos

aos indicadores de desempenho. Existem alguns comitês que se preocupam com o acompanhamento e controle mais de perto de algumas perspectivas de desempenho organizacional. Estes comitês se destinam a avaliar: táticas de aquisições de cartões; resultados financeiros; resultados de processos; e avanços na qualidade.

Assim como em qualquer ambiente industrial, na indústria de serviços vários fatores podem comprometer o sucesso da implementação das estratégias adotadas para suplantar a concorrência. Em particular, quando se fala em serviço, a relação com as pessoas que fornecem o serviço é imediata. Logo, na opinião do BB da FASTACARD, para que se consiga implementar com sucesso o PQSS é preciso que haja uma identificação dos gestores primários, pois, primeiramente, precisa-se identificar um ou mais gestores que tenham conhecimento suficiente sobre os processos críticos para que seja dado o suporte necessário para o BB gerenciar um processo por inteiro. A idéia não é fazer com que este gestor aceite a metodologia, mas sim que ele enxergue os benefícios de sua aplicação e compreenda a necessidade de utilização dessa metodologia.

A identificação dos gestores secundários é fundamental, ou seja, os gerentes de departamento que estarão mais ligados aos vários procedimentos relacionados com partes dos processos afetados pela melhoria, pois, eles facilitarão e tornarão disponíveis os recursos necessários para que os projetos sejam implementados e gerenciados.

De acordo com a cultura Seis Sigma disseminada na FASTCARD, a definição clara dos objetivos estratégicos do negócio, aliada ao comprometimento dos gestores com a filosofia do Seis Sigma, e à existência de BB's qualificados formam uma triangulação que aumenta a possibilidade de sucesso do PQSS. Na indústria de serviços o sucesso depende e muito das pessoas, por essa razão, são os recursos humanos que podem comprometer o sucesso do PQSS e não a falta de ferramentas para analisar dados de processo.

#### **5.4.6 Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS**

Com relação aos benefícios, o BB da FASTCARD considera que com o Seis Sigma a empresa pode:

- (a) conseguir resultados sustentáveis a médio e longo prazo; (b) melhorar

a qualidade que traz um retorno em termos de receita para a companhia também a médio e longo prazo; (c) gerar mais satisfação dos funcionários, à medida que as reclamações diminuem e eles têm chance de se preocupar com outras coisas que não sejam apenas corrigir defeitos ou falhas; (d) propiciar ao cliente um serviço de maior qualidade e um produto de maior valor agregado.

Apesar de não serem dados completamente precisos, estima-se que ao longo desses quatro anos a companhia já lucrou pelo menos US\$ 1,000,000.00 (um milhão de dólares) com a implantação do PQSS, em nível corporativo.

## **5.5 O Caso da Empresa FOX-Truck**

### **5.5.1 Descrição e caracterização da empresa**

A FOX Corporation é uma companhia industrial americana diversificada que atua com grande potencial na indústria automotiva, produzindo componentes mecânicos e elétricos para veículos de transporte de passageiros e cargas (aviões, automóveis e caminhões). Por ser uma companhia diversificada suas transações estão divididas em quatro segmentos de negócios: *Automotive*; *Fluid Power*; *Electrical*; e *Truck*. Apesar da diversificação, a companhia tem conseguido manter suas características mais marcantes: Inovação, Impacto e Integridade. Estes têm sido pontos fundamentais no desenvolvimento e crescimento do negócio e dos indivíduos desta companhia.

Ao se conhecer em linhas gerais a estrutura organizacional da FOX Corporation, percebe-se que, ao mesmo tempo em que ela é uma companhia diversificada, ela é também integrada quanto à forma de gerir os negócios como um todo.

Com relação ao segmento FOX-Truck, que é descrito com mais detalhes a seguir, nota-se a presença do negócio em mercados de vários continentes. Atualmente existem fábricas nos EUA, México, Índia, China, Japão, Polônia, Inglaterra e Brasil. Em termos de América Latina, a companhia concentra suas operações no Brasil, tendo apenas alguns escritórios localizados na Argentina e Venezuela.

Consultando a história da FOX no Brasil, verifica-se que a organização começou suas operações no país com a aquisição de uma fábrica de transmissões mecânicas para caminhões, localizada no interior de São Paulo / SP, em 1996.

Posteriormente, outras aquisições permitiram o aumento da presença da FOX no mercado brasileiro, tornando-se ativa no Brasil em todos os segmentos de negócio da companhia.

A fábrica de transmissões do interior de São Paulo, que é a maior fábrica da corporação, tem sua produção direcionada para manufatura de transmissões e componentes de transmissões para automóveis, caminhões e tratores. Esta fábrica conta atualmente com aproximadamente 2800 funcionários como mão-de-obra direta, e está dividida em sete unidades de negócios, a saber:

- Transmissões para veículos de passageiros;
- Transmissões leves (pick-up e caminhões leves);
- Transmissões para caminhões médios;
- Transmissões para caminhões pesados;
- Transmissões agrícolas;
- Forjaria cativa de tratamento térmico;
- Componentes para transmissão.

Os principais clientes da FOX-Truck são as montadoras de automóveis (Ford, GM, Nissan e VW); os fabricantes de caminhões leves, médios e pesados (GM, Daymleer Chrysler e Volvo); além dos fabricantes de maquinário e implementos agrícolas pesados.

A FOX-Truck detém atualmente uma fatia de 24% do mercado no fornecimento de transmissões para veículos de passageiros e tem como principais concorrentes as próprias montadoras de automóveis. Em transmissões leves a participação da FOX-Truck atinge 47% do mercado, sendo que parte desse mercado é produzida pelas próprias montadoras. A empresa já conseguiu atingir 86% de participação de mercado em transmissões médias, juntamente com os componentes de transmissão. Com relação ao segmento de transmissões pesadas a competição é mais acirrada e, no momento, a FOX-Truck detém 26% de participação. O mercado agrícola é onde a empresa consegue maior domínio, chegando a não ter concorrentes de destaque.

Sobre a gestão de negócios, a FOX-Truck segue duas linhas principais. Uma delas é o PQSS, que é um programa corporativo com forte abordagem gerencial e a outra é o modelo de Gestão de Excelência em Negócio. Esta última está mais

fortemente ligada aos conceitos utilizados pelo *Fox Business System* (FBS), que é um sistema corporativo para gerenciar todos os segmentos de negócios da companhia. O FBS foi concebido a partir dos requisitos do Prêmio Malcolm Baldrige dos EUA, e é por este sistema que é avaliado o desempenho dos negócios da corporação. Os critérios de avaliação empregados no FBS são similares aos do Prêmio Malcolm Baldrige e, com base nesta avaliação, a corporação certifica suas fábricas. Estruturalmente, o PQSS está inserido no FBS.

No modo de entender do CEO da FOX, o maior desafio da companhia é: “Ocupar um lugar entre as principais companhias industriais, fornecendo soluções inovadoras a nossos clientes e possibilitando retornos financeiros notáveis aos nossos *shareholders*”.

### **5.5.2 A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma**

O Seis Sigma foi introduzido na planta de São Paulo em 1999 com o treinamento dos primeiros BB's. Quase no mesmo período os princípios de *lean manufacturing* passaram a ser empregados como parte da estratégia de manufatura. Com a evolução e disseminação dos conceitos de *lean manufacturing*, em 2002, a FOX-Truck promoveu uma mudança na forma de atuação dos BB's, colocando-os numa posição de disseminadores da cultura Seis Sigma e dos princípios de *lean manufacturing*.

Desfrutando de certa autonomia, a FOX-Truck de São Paulo decidiu lançar o *Lean Six Sigma Program* (LSSP), que consiste num programa que integra o uso das ferramentas de *lean manufacturing* às ferramentas incorporadas no DMAIC, buscando melhorar o nível de qualidade dos processos. Posteriormente, esta estratégia foi adotada pela corporação, expandindo-se para todos os demais segmentos. O que de fato se percebe é que o LSSP foi criado para adaptar o PQSS às necessidades da FOX-Truck.

Considerada uma iniciativa de melhoria definida pela alta administração o Seis Sigma foi aceito sem muita resistência pelos níveis hierárquicos inferiores da organização. Com aparente naturalidade, a maioria das pessoas em posição de liderança ou gerencia entenderam que era uma iniciativa de melhoria que traria benefícios para a corporação e transmitiram essa mensagem com clareza para os demais. A decisão

estratégica foi comunicada de tal maneira que não houvesse qualquer resistência que comprometesse a implementação do programa. Nota-se que não boa foi essa aceitação que quando se fala em projeto Seis Sigma fica evidente a força política do programa internamente. Isto faz com que as pessoas valorizem e saibam da importância da implementação dos projetos e, por terem tal consciência, colaboram e procuram facilitar sua execução.

Atuando como um dos disseminadores da cultura Seis Sigma dentro da organização, o BB entrevistado definiu Seis Sigma da seguinte maneira:

*“O Seis Sigma, eu acredito que é uma ferramenta que te dá suporte para resolução de problemas; que está estruturada em ferramentas estatísticas, não é? E também a questão de você enxergar um processo e você propor melhoria para esse processo. Eu enxergo isso aí, como uma ferramenta para você resolver problemas. Um método de resolução de problemas”.*

### **5.5.3 Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.**

O Programa Seis Sigma da FOX é um programa corporativo que está inserido no FBS. Estruturalmente o FBS traz na sua fundação a missão, a visão, os valores, os objetivos, a política de qualidade, a filosofia e a ética. O LSSP é um dos programas que ajuda na consolidação dessa fundação.

A estrutura de implementação do LSSP envolveu a criação de vários conselhos compostos por pessoas que são responsáveis pela disseminação das ferramentas. Em cada conselho existe a presença de um BB como pessoa chave para definir os meios para difusão do conhecimento e também para o encaminhamento dos projetos.

Da forma como está estruturado o LSSP na empresa a solução de problemas de qualidade dependerá do grau de conhecimento que se tem sobre suas causas. Quando já se tem alguma idéia dos motivos que geraram o aparecimento do problema, então, são aplicadas ferramentas de *lean manufacturing* para solucioná-lo. Já para aqueles casos cuja causa é desconhecida, então, a aplicação da metodologia Seis Sigma é o caminho.

#### **5.5.4 Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma**

O LSSP é também direcionado para a preparação de talentos, uma vez que é uma proposta corporativa para preparar pessoas para ocuparem posições de liderança dentro da empresa. Neste sentido, a orientação da corporação é que o processo seletivo para escolha dos BB's seja baseado em indicações de nomes, tendo como requisito mínimo que o candidato seja um GB certificado pela FOX. A decisão fica a cargo do diretor da fábrica, o qual decide quem serão as seis pessoas a serem treinadas. A indicação e os treinamentos de BB's ocorrem a cada dois anos.

Uma das particularidades da forma de atuação dos BB's da FOX-Truck é que eles atuam diretamente em projetos ligados à aplicação das ferramentas da metodologia Seis Sigma e também de *lean manufacturing*. Um dos BB's inclusive atua como coordenador das atividades de *lean manufacturing* em todas as unidades de negócio da fábrica.

A estrutura de implementação do PQSS é fundamentada em alguns aspectos que fortalecem o foco do programa. Dentre eles pode-se destacar: o trabalho em equipe, a integração e a capacidade dos BB's de gerenciarem processos.

Para dar suporte à implementação do LSSP, a corporação conta com o *Fox Quality Institute*, ou seja, uma instituição interna com papel fundamental na construção do conhecimento. Neste Instituto é desenvolvido o material didático utilizado nos cursos de treinamento de MBB, BB e GB, e funciona também como um centro de formação dos instrutores de mais alto nível sobre os assuntos relacionados com qualidade. O Seis Sigma é um desses assuntos.

Apesar dos avanços já conseguidos com o LSSP, na opinião de um dos BB's, ainda falta um aprimoramento da estrutura de implementação para que o conhecimento dos conceitos do Seis Sigma sejam difundidos para um número maior de pessoas. Mas, para conseguir este aprimoramento a presença de um MBB na fábrica do interior de São Paulo seria essencial; não apenas pelo tamanho da fábrica, como também pela sua representatividade perante as demais fábricas da corporação.

Embora a corporação tenha uma boa infra-estrutura para incrementar o

LSSP, com o comprometimento dos gestores, aparentemente, fica claro que os recursos não estão sendo bem utilizados. Isto tem provocado alguns problemas com relação à manutenção e crescimento da equipe de BB's. Neste sentido, a presença de um MBB poderia contribuir para se chegar mais rapidamente a uma estrutura mais adequada para implementação do LSSP.

Uma das características marcantes do LSSP da FOX-Truck é o foco estratégico. Este foco está refletido nas prioridades do programa, como por exemplo, formação de pessoas, definição de projetos alinhados aos objetivos estratégicos da companhia, e ênfase na indicação de projetos de caráter gerencial para serem desenvolvidos pelos BB's.

Com relação à capacitação das pessoas, a FOX-Truck emprega uma política clara para promover a qualificação de seus funcionários, especialmente, aqueles que estão engajados com o LSSP.

Uma das tarefas principais dos BB's é a preparação de GB's, tornando-os pessoas capazes de desenvolverem e implementarem projetos que visem melhoria nos processos por meio da aplicação das ferramentas do Seis Sigma e de *lean manufacturing*. A orientação dada aos GB's com relação a implementação de projetos é que eles procurem focar processos de sua área de atividade. Com isso, fica mais reduzida a possibilidade de perda de foco e diminuem as dificuldades de implementação.

Apesar de possuírem no momento 66 GB's treinados, a empresa atravessa um período crítico com relação ao número de BB's envolvidos com o programa. A alegação é de que, em função do crescimento da empresa, tem sido difícil repor pessoas, fato que configura uma espécie de "entre safra" de pessoal com potencial para assumir outras funções dentro da estrutura funcional da empresa. Pensando em solucionar este e outros problemas com relação aos recursos humanos, a empresa vem investindo forte na formação de GB's e na preparação de estagiários. O intuito não é apenas disseminar a cultura Seis Sigma, mas também aumentar a possibilidade de aumentar o número de BB's em médio e longo prazos.

A filosofia de construção de um plano de carreira para os envolvidos com o Seis Sigma cria uma perspectiva de crescimento profissional. Desde 2001 já foram certificados 13 dos 66 GB's treinados.

Ainda sobre o treinamento dos GB's, os BB's entendem que a presença do *Champion* durante o treinamento dos GB's é fundamental, principalmente, para esclarecer aspectos sobre seu papel e sua responsabilidade na implementação dos projetos. De um modo geral, os *Champions* exercem a função de gerentes de departamento; eles são as pessoas mais próximas tanto dos GB's como dos BB's e têm a tarefa e responsabilidade de orientá-los durante a implementação dos projetos. Daí a importância de que os GB's percebam que seus projetos devem estar alinhados com suas atividades cotidianas. Já para os BB's, os projetos são mais abrangentes e interfuncionais. Outro detalhe é que tanto BB's como GB's são responsáveis por implementar seus projetos e por coordenarem o time de pessoas que os ajudará a concluí-los. Pela diretriz da FOX-Truck os GB's não precisam necessariamente dar suporte aos BB's.

Com relação à certificação dos BB's, o limite de tempo para implementação dos projetos é de dois anos, tendo como meta a concretização de dois projetos. MBB's treinados na própria corporação são responsáveis pela orientação e instrução dos BB's durante esse período. Já para os GB's, a exigência para certificação é de que eles concluam seu projeto em no máximo um ano.

Um outro ponto que vale ressaltar sobre a preparação dos BB's é o fato de que, para conseguirem suas certificações, os BB's devem se submeter a uma prova escrita. Esta prova contém questões sobre estatística (20 questões), sobre a metodologia Seis Sigma (20 questões) e sobre *lean manufacturing* (12 questões). Além disso, um relatório de conclusão dos projetos deve ser redigido em inglês.

Pensando em impulsionar mais rapidamente a qualificação das pessoas, a companhia vem investindo forte também na formação de MBB's. Com isso, ela pretende acelerar a disseminação da cultura Seis Sigma em toda a corporação, uma vez que estes MBB's se tornarão instrutores de BB's, e estes, por sua vez, instrutores de GB's. Uma outra proposta para disseminação da cultura Seis Sigma é a preparação dos *Yellow Belts*<sup>24</sup>, os quais de um modo geral serão pessoas ligadas aos cargos de supervisão, técnicos e outros que integram os times de trabalho, pois já se envolvem de alguma forma com os projetos Seis Sigma. Ainda dentro da política de difusão dos

---

<sup>24</sup> *Yellow Belt* é um título que está sendo criado pela empresa para qualificar mais pessoas e criar um maior envolvimento com a cultura Seis Sigma.

conceitos do Seis Sigma, existe um plano de formar todos os engenheiros da fábrica como GB's. Para alcançar tais objetivos, a idéia é utilizar recursos tecnológicos como cursos de auto aprendizagem disponibilizados pela intranet.

#### **5.5.5 Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados**

Quanto aos projetos, uma das particularidades da fábrica do interior de São Paulo é o fato dos projetos Seis Sigma sugeridos para os BB's não possuírem uma ênfase tão forte na aplicação de métodos estatísticos. Na sua grande maioria, eles acabam tendo um enfoque gerencial mais forte.

A criação dos projetos é sempre alinhada à orientação estratégica da organização e, em geral, parte de alguma sugestão das pessoas mais ligadas à alta administração. O desdobramento da idéia macro e transformação dessa idéia em projeto Seis Sigma é tarefa do BB.

Para montar o escopo do projeto, o BB se baseia numa matriz de atratividade e risco, a qual é utilizada para amarrar os objetivos estratégicos da empresa ao propósito do projeto. Por essa matriz é avaliado o impacto do projeto em termos de benefícios ao cliente, redução de custo, crescimento de vendas e otimização de ativos. Quanto aos riscos envolvidos com sua implementação, um dos pontos analisados é a disponibilidade ou não de dados confiáveis, e a dificuldade de obtenção dos dados que serão necessários, principalmente nas fases iniciais.

Os projetos Seis Sigma na FOX-Truck não são definidos com base em metas financeiras, mas espera-se que eles gerem uma economia importante para a empresa no médio e longo prazo. Até bem pouco tempo os projetos focavam mais a melhoria da qualidade. Mas, atualmente, em face das mudanças no mercado e do amadurecimento do produto, a redução de custo passou a ser um objetivo estratégico fundamental. Hoje, os projetos estão mais voltados para a redução dos custos de produção, e a imposição de metas financeiras com relação a quanto estes projetos devem gerar de economia ainda está sendo aliviada.

Concluída a etapa de definição do escopo do projeto, o passo seguinte é criar o Comitê que acompanhará a implementação do projeto. Este Comitê é composto por pessoas das áreas funcionais envolvidas, gerentes das áreas envolvidas, diretor e

mais um BB. Este último é justamente a pessoa que apresentará o projeto e os resultados ao longo das fases de implementação, pois o controle é feito periodicamente; o que possibilita a revisão e a reavaliação das atividades e das estimativas feitas ainda na fase de definição.

O controle da implementação dos projetos é feito por um sistema corporativo que funciona via *Web*, e que é utilizado para gerenciar a implementação de todos os projetos que estão em andamento na companhia. Basicamente o sistema monitora se o BB está conseguindo cumprir o cronograma estabelecido inicialmente e as modificações que porventura o projeto venha a sofrer ao longo do período de implementação.

Um dos requisitos da FOX-Truck no que diz respeito à definição dos projetos Seis Sigma é o alinhamento estratégico. Em função disso, os projetos não somente refletem a orientação estratégica da organização como também direcionam novas estratégias. Por isso, atualmente a empresa tem direcionado seus esforços em redução de custos e eliminação de desperdícios para aumentar seus ganhos financeiros. Esta estratégia competitiva é entendida pela organização como o meio que vai garantir sua sustentabilidade e possibilitar o crescimento de seu desempenho.

Passados cinco anos desde o início da implementação do Seis Sigma, o programa ainda requer alguns ajustes estruturais que impedem uma decolagem mais acelerada. Quando entrevistado, o BB destacou que a implementação é fortemente afetada por quatro aspectos principais: (1) comprometimento da alta gerência; (2) trabalho em equipe; (3) foco nas fases iniciais da aplicação da metodologia Seis Sigma, principalmente, nas fases de definição e medição do DMAIC, pois este foi identificado como um ponto chave para a concretização dos projetos e para a administração das demais fases do DMAIC. Com isso, se consegue diminuir o grau de dependência do time de trabalho; e (4) disseminação da cultura.

Visualizando a situação vivida pela FOX-Truck constata-se que um dos problemas mais sérios enfrentados pela empresa até o momento com relação ao processo de implementação do LSSP foi a falta de habilidade de gerir os recursos humanos. A FOX-Truck não conseguiu garantir a permanência dos BB's na equipe e a rotatividade da equipe de BB's tem sido encarada como um problema crítico para impulsionar a implementação do programa. Com o desligamento de algumas pessoas,

com a transferência de outros para posições gerenciais e com a impossibilidade de treinar outros BB's, o problema se agravou.

Por serem os principais disseminadores da cultura Seis Sigma e até pelo papel de liderança que os BB's desempenham dentro da fábrica é fundamental para a evolução do PQSS que se consiga sustentar o máximo de tempo possível a equipe de BB's, ou até mesmo, que seja possível aumentar a equipe.

### **5.5.6 Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS**

Em termos de benefícios obtidos com o Seis Sigma, um dos principais foi tornar visível para o cliente que a empresa está preocupada em estabilizar seus processos de modo que seja possível atender às necessidades desses clientes. Isto gerou o aumento da credibilidade e a melhoria da imagem da empresa frente ao cliente. Em termos setoriais, a área de compras tem sido a mais focada estrategicamente pela empresa e também a que tem originado um maior número de projetos sob a responsabilidade dos BB's. Espera-se que a área de compras seja uma das áreas mais beneficiadas pelo Seis Sigma nos próximos anos.

Uma curiosidade sobre a implementação é a despreocupação dos BB's em medir o padrão sigma dos processos. Sobre esta questão um BB entrevistado ressaltou que isso ocorre pelo fato de o cliente não pagar para ter um processo livre de defeitos. Embora seja desejável, o cliente não está disposto a pagar por um nível de performance tão elevado. O BB destaca que, nas condições atuais de mercado, a indústria automotiva dificilmente vai pagar para ter um processo  $6\sigma$ . Daí, então, não haver um interesse direto em fazer os estudos de capacidade de processos pensando neste tipo de quantificação.

No que se refere ao estágio de implementação, a FOX-Truck está entrando em um estágio de maturidade. Isto corresponde a dizer que está saindo de um estágio intermediário e entrando num estágio mais avançado da implementação.

É bom frisar que esta fábrica estudada é considerada a mais madura da corporação com relação ao entendimento dos conceitos do Seis Sigma e também da aplicação do DMAIC associado às ferramentas de *lean manufacturing*. Por isso, acaba sendo considerada como fábrica modelo da corporação.

## 5.6 O Caso da Empresa DQ

### 5.6.1 Descrição e caracterização da empresa

A DQ é uma companhia global multinacional norte americana de grande porte com mais de 100 anos de existência, com filiais em países da América Latina, Europa, África, Ásia e Oriente Médio.

Líder em ciência e tecnologia, a DQ desenvolve e produz um portfólio de produtos químicos, plásticos e agrícolas e serviços para clientes de diversos mercados de consumo. Com vendas anuais da ordem de US\$ 40 bilhões esta companhia serve clientes em 175 países de uma vasta gama de mercados consumidores vitais para o progresso humano: alimentos, transporte, saúde e medicina, pessoal, construção, entre outros.

A companhia é comprometida com os princípios de desenvolvimento sustentável e seus 45 mil funcionários buscam equilibrar responsabilidade econômica, ambiental e social. Sua missão é “Melhorar constantemente o que é essencial para o progresso humano dominando ciência e tecnologia”.

Operando nos segmentos de produtos plásticos, produtos agrícolas e produtos químicos, a DQ ocupa uma posição de destaque no mercado nacional e mundial, sendo uma das primeiras do setor químico. Atualmente a companhia possui 208 sites de manufatura em 38 países e fornece mais de 3200 produtos.

No Brasil, um dos sites da companhia está situado no litoral de São Paulo. Neste site a DQ possui aproximadamente 300 funcionários distribuídos em cinco fábricas de produtos químicos diferentes.

Com relação à política de qualidade, “o desempenho da qualidade é um compromisso para excelência de cada empregado. É atingido por times de trabalho e um processo de melhoria contínua”. A ambição da companhia é ser líder no fornecimento de produtos de qualidade e serviços que reúnam ou superem as expectativas de seus clientes.

O sistema de gestão da qualidade global foi estabelecido com uma infraestrutura que dá suporte às organizações para auxiliar a gestão na implantação do sistema de qualidade de forma consistente e coordenada globalmente.

A companhia adota o sistema de garantia da qualidade, com certificação ISO 9000:2000, e como a questão ambiental é um ponto crítico e de grande

preocupação em todos os segmentos de negócios da companhia, a companhia possui também a certificação ISO 14000.

Além dos programas de qualidade existentes, a DQ investe no Seis Sigma como uma iniciativa que poderá propiciar uma excelência de negócio inigualável.

### **5.6.2 A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma**

A tomada de decisão baseada em dados focada pelo Seis Sigma é uma prática em todos os negócios e funções da companhia.

Na filosofia da DQ, o Seis Sigma contribui basicamente para melhorar a performance em termos de produtividade e minimizar ao máximo o custo de libra por produto, ou seja, quanto se gasta para produzir um determinado produto (foco em qualidade em redução de custo). Em síntese, o intuito é melhorar a qualidade, não apenas o controle da qualidade do produto, mas também produzir um produto mais acessível para ser mais competitivo no mercado.

Com o Seis Sigma a companhia pretende melhorar as operações existentes e desenvolver soluções inovadoras para impulsionar a satisfação dos clientes e estabelecer um nível sem precedentes de lealdade dos clientes.

Com os investimentos no Seis Sigma a DQ enxergou que poderia aumentar a possibilidade de reduzir os defeitos e de aumentar a produtividade e a lucratividade. Neste sentido, a DQ tem feito um esforço para que o Seis Sigma seja a maneira de operar de toda a companhia.

O Seis Sigma vem contribuindo desde 2000 de uma forma consistente e crescente em relação aos resultados financeiros. O programa tem sido usado para salvar uma parte do capital da companhia, evitando investimentos para solução de problemas e para mudar a forma de operar. Não é um programa voltado para melhoria da qualidade apenas, pois é uma abordagem para solução de problemas aplicada nas mais diversas situações pelo fato de se basear numa metodologia eficiente de solução de problemas, sendo mais eficiente que as já existentes para tomada de decisões relativas a questões ambientais, cliente, capacidade de fábrica, processos, pessoas, etc.

Na visão dos BB's entrevistados, Seis Sigma pode ser definido como:

*“Uma ferramenta muito além do controle de qualidade...”*

*É um estilo de sobrevivência da organização... É uma metodologia para resolução de problemas. É uma nova forma de pensar e encarar os problemas e as oportunidades que você tem... É uma metodologia estruturada, disciplinada de você sempre endereçar as oportunidades e os problemas da mesma forma”.*

No momento a filosofia está em fase de mudança. Novas medidas estão sendo implantadas para que a metodologia seja incorporada ao dia a dia dos funcionários, sem que pese a preocupação de que o Seis Sigma é um encargo a mais nas atividades deles. O intuito é fazer com que o Seis Sigma se incorpore as ações da rotina, criando uma nova filosofia para a resolução de problemas.

### **5.6.3 Características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.**

O investimento inicial no Seis Sigma foi na capacitação da alta administração com relação à filosofia. A contratação de uma consultoria externa foi o caminho adotado para treinar os primeiros MBB's. Estes MBB's que ocupam posições de liderança estratégica foram os primeiros disseminadores da cultura Seis Sigma na companhia. Eles foram os responsáveis pelo treinamento dos BB's, e estes últimos, por sua vez, iniciaram os treinamentos de GB's com suporte dos MBB's.

Na estrutura de implementação definida pela DQ, nenhum dos profissionais certificados trabalha em tempo integral para assuntos relativos ao Seis Sigma. Por isso, uma resistência evidenciada com a implementação do Seis Sigma foi que as pessoas não encararam inicialmente o Seis Sigma de forma natural, mas sim, como uma sobrecarga de atividades.

A empresa possui pessoas certificadas e em treinamento em quase todas as áreas (compras, vendas, produção, segurança, RH, etc). Dessa forma, a companhia procurou suprir as necessidades de duas áreas estrategicamente fundamentais que são produção e qualidade, garantindo a sobrevivência e o potencial competitivo. A empresa buscou ter uma performance Seis Sigma nos processos que suportam essas duas áreas mais estratégicas da empresa, implementando projetos Seis Sigma nas áreas que as suportam.

A estrutura do programa é suportada por um grupo de pessoas que ficam

nos “*Expertise Centers*”. Os MBB’s ficam nesses centros.

Em cada ramo de negócio existem MBB’s responsáveis por orientar os BB’s no desenvolvimento de seus projetos. Por meio de reuniões mensais com o MBB pela intranet os BB’s passam informações sobre os projetos e recebem orientações.

Uma ferramenta implantada para uso via Web serve para informar detalhes sobre os projetos. Por exemplo: quanto de economias foram geradas, quanto tempo durou cada fase, quem é o representante financeiro do projeto, quem é o dono do processo do projeto, quem é o MBB que suporta o BB e quem são os GB’s envolvidos.

Na intranet, a companhia possui todos os recursos tecnológicos necessários para a implementação dos projetos, incluindo software estatístico.

A empresa dispõe de um sistema que integra todos os ramos de negócio relacionados ao Seis Sigma. Este sistema é acessado via Web, recebe a denominação de *Portfólio*, e é um sistema para cadastramento de oportunidades e gerenciamento dos projetos e das atividades do PQSS, incluindo projetos fechados (concluídos), projetos em andamento, pessoas responsáveis, *savings*, entre outras coisas.

O gerenciamento é feito por meio deste sistema de acompanhamento dos projetos implantados e em implantação de forma global. Sobre este aspecto, todos os BB’s têm acesso aos projetos cadastrados para consulta de detalhes que possam lhes auxiliar na implementação de outros projetos. Vale observar que o sistema foi desenvolvido de modo que um histórico do status é mantido atualizado e documentado de forma padronizada.

Com relação aos níveis hierárquicos dos envolvidos com o Seis Sigma, a DQ tem o CEO na posição de maior liderança. Abaixo dele aparecem os líderes de função, sendo que um desses líderes de função é líder de infra-estrutura e também a pessoa responsável pelo Six Sigma. O líder de infra-estrutura é responsável por orientar os *Business Champions*, que são os responsáveis por cada segmento de negócio. Respondem para os *Business Champions* os MBB’s e os *Local Champions* daquele segmento de negócio.

Quanto ao foco central do programa, as metas são direcionadas para a obtenção de resultados financeiros. As metas de economias (*savings*) são definidas e periodicamente avaliadas para avaliar a eficiência e eficácia das ações.

Um outro ponto importante com relação ao foco gerencial está

relacionado ao uso do pensamento estatístico. Conforme declarações do BB, este é um tópico abordado no treinamento destinado a facilitar a compreensão de como os métodos estatísticos podem ser usados na solução dos problemas.

Algumas recentes mudanças indicam que, uma vez que a organização tenha a cultura disseminada e que as pessoas tenham a metodologia Seis Sigma como uma ferramenta de trabalho de rotina, uma nova linguagem passa a ser disseminada e usada entre todos, inclusive em nível estratégico.

Um dos problemas sentidos em termos de comunicação é com relação ao uso de linguagens diferentes. O fato de várias pessoas desconhecerem ou não utilizarem a Estatística provoca dificuldade na troca de informações. Essa é uma dificuldade que só se resolverá com uma maior disseminação.

Na opinião do entrevistado, a expectativa de uso do pensamento estatístico em nível estratégico é uma questão de tempo. À medida que os BB's e MBB's forem assumindo posições de liderança cada vez mais altas na hierarquia da companhia, a tendência é que o pensamento estatístico seja aplicado na solução de problemas estratégicos também.

Um outro aspecto sobre o programa é que ele vem contribuindo para melhorar o foco no cliente. Até o início da implantação do programa a DQ apresentava vários problemas com relação ao atendimento aos clientes. Isto gerou insatisfação e perda de *market share*. Com a mudança na política de atendimento ao cliente introduzida em 2004, aumentou a priorização das atividades voltadas para aumentar a satisfação do cliente. Devido a essa priorização, a preocupação com o impacto no cliente passou a motivar a definição de projetos em diversas áreas, muitos deles usando a metodologia Seis Sigma.

#### **5.6.4 Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma**

Até final de 2004 as certificações não estavam sendo tão efetivas como esperado, no sentido que a cultura Seis Sigma não vinha sendo assimilada pelas pessoas. A partir de 2005 a estrutura de formação dos especialistas mudou, afetando o perfil do BB e do GB.

Uma nova categoria foi criada: a do GB líder de projeto. O GB líder receberá 50% do treinamento de um BB (duas semanas) e deverá ser capaz de conduzir projetos e liderar equipes. Para certificação os GB's líderes terão que concluir um projeto. Só depois da certificação é que os GB's líderes poderão se candidatar a certificação como BB. Para isso, precisarão complementar sua formação com um treinamento adicional de mais duas semanas realizado nos Estados Unidos da América e deverão concluir outro projeto para obterem a certificação de BB.

Nessa nova filosofia de certificação da equipe definida pela DQ existe um plano de carreira que se inicia com o treinamento para GB líder. Isto significa que esta primeira certificação é um requisito para ascender a BB, e assim sucessivamente no caso do BB se quiser ascender para MBB ou outra posição de liderança da companhia.

Com a introdução de metas de certificação mais rigorosas aumentou a pressão sobre as pessoas, uma vez que a medição de performance é aplicada em tudo que se faz, priorizando a produção de dados e de resultados continuamente. Neste sentido, a expectativa da empresa é aumentar o capital intelectual, além de possibilitar às pessoas certificadas melhores condições competitivas no mercado.

Com relação aos critérios de seleção das pessoas que serão treinadas, é o EDP (plano de desenvolvimento do empregado) que serve como referência inicial. Em geral os GB's são pessoas com formação de nível técnico enquanto os BB's já possuem formação de nível superior.

A partir do interesse declarado da pessoa, as vagas para treinamento são definidas por um time de pessoas que julgarão se os candidatos possuem os requisitos necessários para preenchê-las no momento. Alguns critérios levados em conta são: perfil de liderança; habilidade para coordenar projetos; habilidade de liderar time; facilidade de comunicação, experiência anterior, entre outros.

O tempo para conclusão de um projeto é de 9 meses. A meta financeira depende do projeto e o fato de algumas metas financeiras não serem viáveis em algumas plantas fez com essa abordagem fosse sendo deixada de lado em detrimento da mudança de cultura.

Na América Latina, em função da carência de MBB's, os BB's ministram o treinamento para os GB's líderes com o suporte de um MBB que vem para o Brasil para ministrar alguns tópicos mais estratégicos.

No que diz respeito à hierarquia, os BB's respondem diretamente para os gerentes de área, os quais são denominados donos do processo, e também para o *Local Champion*.

No que se refere à posição do BB, percebe-se que ele possui uma posição de destaque e é respeitado de uma forma geral pela eficiência dos métodos que usa para solução de problemas.

Quanto à estrutura, os *Local Champions* são pessoas que ocupam posição de liderança nos sites. São eles que fazem a triagem das oportunidades e que checam quais processos precisam ser atacados. O MBB dá suporte com orientações sobre a metodologia e com as ferramentas.

Quanto à forma de retenção do conhecimento adquirido sobre as ferramentas vistas no treinamento, o fato dos BB's coordenarem times de GB's e de ministrarem os treinamentos para GB's faz com que estejam constantemente sintonizados com os métodos estatísticos e com os aplicativos usados para análise de dados. Além disso, os BB's procuram utilizar frequentemente as ferramentas computacionais e estatísticas para que não sejam subutilizadas. Conforme assinala o BB, "Quanto mais você transmite o conhecimento mais você absorve".

Com a mudança de filosofia de certificação, o GB líder deve coordenar e conduzir o time sozinho, tendo o envolvimento de um BB, se houver real necessidade. Os membros do time são as pessoas mais interessadas em que o projeto aconteça. Em geral, eles estão nas funções mais impactadas pelo projeto.

A disseminação da cultura é papel da equipe treinada e de seus colaboradores. A empresa tem intenção de acelerar a mudança de cultura com o maior preparo dos GB's líderes. Além disso, um outro ponto considerado é a comunicação dos resultados do Seis Sigma, pois, por meio da divulgação dos resultados, os funcionários que estão nos níveis hierárquicos mais baixos são informados sobre a importância do Seis Sigma.

### 5.6.5 Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados

Os projetos são direcionados em função das oportunidades de melhoria e no foco no cliente. O portfólio de projetos é grande, chegando a ser maior que a capacidade de implementação de todos eles.

Os projetos são definidos com base numa matriz de impacto. A partir de uma definição prévia, os projetos são armazenados no banco de dados de idéias para oportunamente serem analisados pelo *Local Champion*. A priorização da implantação dos projetos é estabelecida pelo MBB do negócio. É o MBB quem analisa a viabilidade do projeto.

Ainda quanto ao direcionamento, os projetos também são definidos de cima para baixo, mas, em geral, as oportunidades locais identificadas podem ser transformadas em projetos Seis Sigma. Um ponto fundamental aqui é que os projetos Seis Sigma são aqueles cuja solução não está definida e que necessitam de discussões mais exaustivas para identificar as causas do problema. Além disso, ele deve dar retorno para a companhia.

Quando o direcionamento dos projetos é feito de cima para baixo é porque ele já está priorizado e alinhado com as metas do negócio.

A classificação dos projetos é feita com base em três categorias chaves para avaliar o desempenho do negócio: (a) Redução de Custo; (b) Aumento de Capacidade e, conseqüentemente, Aumento da Margem; e (c) Redução de Defeitos.

Os projetos Seis Sigma desenvolvidos na área de segurança do trabalho e ambiental, por exemplo, são projetos que não têm uma meta financeira rigorosa, mas são projetos que dão retorno em termos de performance de segurança do trabalho e de prevenção de acidentes contra o meio ambiente. Em função das características da área, a mensuração dos dados é mais difícil do que numa linha de produção. A utilização de dados codificados é forte nos projetos ligados às questões de segurança, sendo que para coletá-los há necessidade de pesquisas de opinião, análise de comportamento, pesquisas de performance, entre outros pontos.

Responsável pela fase de definição dos projetos (*Define*), o *Local Champion*, juntamente, com o MBB do negócio estabelecem o escopo dos projetos que serão executados pelos BB's, os quais estão mais ligados à execução.

### 5.6.6 Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS

O principal benefício até o momento foi a mudança na forma de encarar as oportunidades. Neste sentido, a área que sofreu maior impacto das mudanças foi a cadeia de suprimentos.

Dentre os fatores considerados importantes para a implementação do programa, os BB's consideram que:

- (a) Um das formas de fazer com que o programa tenha sucesso é mostrando os resultados da implementação do projeto, ou seja, mostrando a eficácia da ação que envolveu o projeto. Dessa forma, é possível ganhar o comprometimento das pessoas, especialmente, para os membros do time e para os GB's. Como resultado se está pensando aqui no reconhecimento da melhora no trabalho das pessoas envolvidas.
- (b) As pessoas de nível hierárquico mais baixo são aquelas que devem entender que as atividades envolvidas na implementação dos projetos trarão algum tipo de benefício para sua rotina. Senão, fica difícil incorporar a filosofia.
- (c) Priorizar o equilíbrio entre o impacto na satisfação do cliente interno e do cliente externo.
- (d) O compromisso da alta liderança é um ponto marcante verificado pela participação do CEO da companhia no treinamento de BB's. O mesmo ocorre no treinamento de GB's líderes, em que o *Local Champion* também está presente em certos momentos.
- (e) O alinhamento com as metas da companhia.
- (f) As economias geradas (*savings*) serem significativas, o que permite verificar o quanto o Seis Sigma está impactando no balanço anual da companhia.

## 5.7 Resumo do Capítulo

Este capítulo apresentou uma descrição da pesquisa empírica realizada pelo método do estudo de caso. As quatro transnacionais norte americanas que são descritas apresentam diversidades típicas do setor de mercado em que atuam, mas

possuem similaridades quanto às características do PQSS.

Talvez em função de serem do mesmo setor, a TTFix e FOX-Truck apresentam objetivos estratégicos e estrutura de implementação do Seis Sigma semelhantes em vários aspectos, especialmente quanto ao foco dos treinamentos e a preocupação com a redução de desperdícios e de custos de produção (aplicam *lean manufacturing*). A FASTCARD, que é uma empresa do setor de serviços, difere das demais, principalmente, pela forma de encarar o impacto no cliente que o Seis Sigma promove com a mudança de cultura e com os benefícios da metodologia na redução de falhas nos processos. O caso da DQ traz como contribuição a descrição de uma empresa que adotou uma estratégia de implementação diferente das demais e que investiu no Seis Sigma com o intuito de mudar sua forma de operar e buscar a resolução de problemas nos processos, especialmente, aqueles de maior impacto no cliente e no meio ambiente.

De uma forma geral os estudos de caso contribuem para esclarecer algumas dúvidas sobre a estrutura necessária para implementação do PQSS numa corporação com vários segmentos de negócios. Pelos dados levantados pôde-se perceber que para implementar projetos Seis Sigma que melhorem os processos críticos para o negócio é preciso entre outros pontos de: uma orientação para o mercado; de uma cultura de medição baseada em dados e fatos; de alinhamento estratégico; da conscientização e comprometimento da alta administração (facilitadores) para com a filosofia do Seis Sigma; possuir principalmente recursos humanos, financeiros e tecnológicos; conseguir o envolvimento dos times de trabalho e apresentar resultados tangíveis e visíveis, principalmente, aos olhos dos beneficiados pela implementação dos projetos.

Como mencionado acima, este capítulo trouxe apenas a descrição dos estudos de caso. A análise dos dados coletados comporá o conteúdo do próximo capítulo, o qual tem como propósito dar um sentido mais completo para as informações apresentadas neste capítulo.

# Capítulo 6

---

Análise dos Dados Obtidos nos Estudos de Caso



## **6 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NOS ESTUDOS DE CASOS**

Este capítulo apresenta uma análise dos resultados provenientes da pesquisa de campo. Para proceder com essa análise primeiramente serão tratados aspectos conceituais relacionados às definições de Seis Sigma e de projeto Seis Sigma. Posteriormente, a análise contempla as especificidades de cada organização no que tange a estrutura geral criada para implementar o PQSS.

### **6.1 Análise da Fundamentação Conceitual**

A fundamentação conceitual é um dos pontos básicos no processo de implementação de um programa de qualidade. No caso do PQSS esta fundamentação não segue exatamente uma linha comum em todas as organizações. Este fato foi percebido nas organizações estudadas neste trabalho, onde se verificou que o entendimento sobre o que é o Seis Sigma não é algo de consenso entre os BB's. Na Tabela 6.1 é possível verificar este fato fundamental ao se comparar as definições fornecidas pelos BB's entrevistados na TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ. A Tabela 6.1 traz ainda palavras-chave pinçadas de cada definição com o intuito de tornar mais clara as diferenças conceituais dos enfoques utilizados pelos BB's.

Analisando as definições fornecidas, torna-se mais evidente que as definições encontradas na literatura se distanciam do que pensam os BB's, mesmo considerando que ao expressarem seus pensamentos não tenham conseguido formalizá-lo de uma forma tão elaborada.

Com relação ao conteúdo exposto na Tabela 6.1 percebe-se que não há uma convergência tão forte entre o que é retratado na literatura (veja Tabela 2.1) e o que entendem os BB's. É importante notar que não foram mencionados termos como: estratégia de melhoria de negócios; resultados financeiros; eficiência, nem mesmo, aumento do desempenho. Isto pode significar que a visão dos BB's sobre o Seis Sigma esteja muito mais voltada para a questão prática e direcionada para uma abordagem mais operacional do PQSS, focada no uso da metodologia sistematizada para solução de problemas. Tanto é assim, que, entre as palavras-chave pinçadas, metodologia e método parecem ser palavras que têm um significado muito mais forte do que qualquer outra palavra para expressar o significado do Seis Sigma.

Analisando todo o contexto teórico que pode estar incorporado ao Seis Sigma, entende-se que falta aos BB's uma visão mais abrangente do alcance do Seis Sigma como um programa, preliminarmente, relacionado de forma direta às ações estratégicas.

TABELA 6.1 – Descrição da definição dada pelos BB's das organizações estudadas, e palavras-chave enfatizadas na definição.

<b>Organização</b>	<b>Definição</b>	<b>Palavras-chave</b>
<b>TTFix</b>	<i>“Seis Sigma é uma metodologia baseada em um conjunto de ferramentas de eficácia comprovada, voltadas ao gerenciamento de melhorias em três abordagens: redução de variação (DMAIC), redução de desperdícios (LEAN) e introdução de novos produtos/serviços (DFSS).”</i>	Metodologia; Qualidade; Melhoria de processos.
<b>FASTCARD</b>	<i>“Uma metodologia utilizada para correção de defeitos existentes em processos, utilizando ferramentas estatísticas para que nós encontremos as causas reais de definição dos defeitos nos processos para que elas sejam melhoradas e controladas. O que determina o que é um defeito ou um erro é o cliente. O cliente que fala, que dá as suas especificações e dentro das especificações do meu cliente eu vou definir se meu processo está dentro das especificações, se o meu processo está eficiente ou não. Então, a metodologia Seis Sigma é isso: é corrigir defeitos pelo ponto de vista do cliente.”</i>	Metodologia; Satisfação do cliente; Redução de defeitos; Causas de variação.
<b>FOX-Truck</b>	<i>“O Seis Sigma, eu acredito que é uma ferramenta que te dá suporte para resolução de problemas; que está estruturada em ferramentas estatísticas, não é? E também a questão de você enxergar um processo e você propor melhoria para esse processo. Eu enxergo isso aí, como uma ferramenta para você resolver problemas. Um método de resolução de problemas.”</i>	Ferramenta; Melhoria de processo; Método de resolução de problemas.
<b>DQ</b>	<i>“Uma ferramenta muito além do controle de qualidade... É um estilo de sobrevivência da organização... É uma metodologia para resolução de problemas. É uma nova forma de pensar e encarar os problemas e as oportunidades que você tem... É uma metodologia estruturada, disciplinada de você sempre endereçar as oportunidades e os problemas da mesma forma”.</i>	Ferramenta; Oportunidade; Metodologia para resolução de problemas.

A divergência conceitual encontrada entre a visão dos pesquisadores acadêmicos e a dos especialistas pode revelar vários pontos de inconsistência entre teoria e prática. Refletindo sobre a questão, percebe-se que: (a) o enfoque dado nos cursos de treinamento dos BB's é a base para a construção da visão e o ponto de partida para compreender o que é o Seis Sigma na óptica dos dirigentes da organização. Portanto, dependendo de como esta base for constituída e de quem são os responsáveis por comunicar a visão da alta administração, então, pode-se ter uma divergência conceitual maior ou menor; (b) a estrutura hierárquica na qual estão inseridos os BB's pode ser um outro fator responsável pela consolidação de sua visão e também pela eficácia de sua participação como principal disseminador dos princípios do Seis Sigma. Como já apontaram MCADAM & LAFERTY (2004) ao estudarem o caso da Seagate Technology, o sucesso do PQSS dependerá da posição hierárquica ocupada pelo BB, ou seja, de seu *status* perante os funcionários de nível técnico mais baixo, ou mesmo de sua postura diante do time de trabalho.

Conforme exposto na Tabela 6.1, as palavras-chave que foram destacadas das definições elaboradas pelos BB's variam de uma organização para outra. Isto pode ser uma diferença conceitual real que existe no modo de entender o Seis Sigma de uma organização para outra, mas pode ser também uma limitação dos BB's de enxergarem a dimensão do Seis Sigma de forma mais ampla, pois, em todos os casos, os BB's não passaram pela experiência de atuarem como BB's em outras organizações; o que torna sua visão mais restrita e influenciada pelo ambiente interno. Sobre a compreensão do Seis Sigma estar mais aproximada da aplicação da metodologia do que qualquer outra coisa na mente dos BB's, é importante considerar que dependendo da organização a visão do BB é mais operacional e menos gerencial ou estratégica.

Embora a definição de Seis Sigma proposta no Capítulo 2 não reflita estritamente o conceito empregado por nenhum dos entrevistados, no bojo, seu conteúdo está baseado em componentes de desempenho apontadas pelos BB's de forma conjunta. Com isso, entende-se que a definição proposta é mais abrangente e tal que combina tanto a visão teórica como os subsídios empíricos.

Ainda dentro da fundamentação conceitual, um outro ponto de interesse foi a definição de projeto Seis Sigma. Sobre este conceito, não se percebeu divergências significantes entre os critérios empregados pelas quatro organizações. Em todas elas, o

alinhamento estratégico é considerado um ponto crucial para definir e selecionar projetos. De um modo geral, entende-se que um projeto Seis Sigma não prioriza necessariamente resultados financeiros e que, na verdade, estes resultados decorrem de um conjunto de fatores, tais como: melhoria da qualidade; redução de defeitos e de causas de variação; redução de custo; identificação de oportunidades, impacto no cliente; mudança de cultura; necessidade de visão sistêmica dos processos, etc.

Neste sentido, parece mais claro que, o Seis Sigma não se fundamenta necessariamente numa meta financeira nem na busca dos 3,4 PPM. Aliás, a busca pelos 3,4 PPM não foi demonstrada pelos BB's como o motivo primordial dos projetos Seis Sigma. Ao que tudo indica, um padrão sigma elevado é algo que evolutivamente pode ser alcançado.

Com a diversidade de processos que precisam e podem ser melhorados em função da implementação dos projetos Seis Sigma, parece ser mais natural que as organizações tentem disseminar a metodologia Seis Sigma implementando o máximo de projetos nas diversas áreas funcionais. Essa filosofia de trabalho vem sendo empregada pela DQ, por exemplo.

Para TTFix e FOX-Truck a preocupação com a quantidade de economias geradas parece ser maior do que na FASTCARD. No âmbito das operações de cartão de crédito a preocupação com os benefícios para o cliente parece mais evidente do que na manufatura. Já no caso da DQ, um aspecto marcante é o propósito da companhia de tornar as práticas do Seis Sigma a forma de operar e de solucionar problemas. A preocupação com a segurança ambiental e responsabilidade social está alinhada com este propósito da DQ.

## **6.2 A filosofia, a definição e o motivo dos investimentos no Seis Sigma**

A análise dos parâmetros utilizados para descrever a estrutura de implementação do PQSS nas transnacionais estudadas é um dos pontos mais fundamentais para complementar o referencial teórico descrito no Capítulo 4.

De forma sintetizada, a Tabela 6.2 explicita a motivação e os objetivos estratégicos dos investimentos no Seis Sigma. Pelos dados coletados com relação ao propósito da implementação, percebe-se que a motivação por aumento da lucratividade e por metas financeiras não foram explicitadas como o principal motivo de forma clara.

Todavia, fica subentendido que este é um motivo fortemente associado ao intuito de se aumentar o desempenho organizacional, e que vem amarrado à necessidade de obtenção de resultados sustentáveis e de se conseguir o retorno dos investimentos feitos para impulsionar a implantação do PQSS.

A preocupação inicial em propor a implementação do PQSS com o intuito de melhorar os níveis de qualidade de produtos e serviços, priorizando a satisfação do cliente, demonstra que a orientação para o mercado é um princípio básico. Esta questão ficou evidente nas quatro organizações. Note na Tabela 6.2 que na DQ a busca por oportunidades de inovação também está aliada aos demais propósitos.

Do ponto de vista metodológico, percebe-se nos estudos de caso que a inserção de métodos científicos como base da filosofia de resolução de problemas trouxe benefícios substanciais para o desenvolvimento dos processos industriais, principalmente, por incorporar conceitos básicos do pensamento científico. Por conseguinte, elevou-se o valor da aplicação do pensamento estatístico.

TABELA 6.2 – Propósito e objetivos estratégicos dos investimentos no Seis Sigma.

<b>Organização</b>	<b>Propósito da implementação do PQSS</b>	<b>Objetivo estratégico da implementação do PQSS</b>	<b>Estratégia de desdobramento do PQSS*</b>
<b>TTFix</b>	Mudança de orientação; Melhoria dos processos; Excelência em gestão.	Melhoria da qualidade.	Organização de Engenharia Seis Sigma.
<b>FASTCARD</b>	Obtenção de resultados sustentáveis.	Melhoria da qualidade e satisfação do cliente.	Organização de Engenharia Seis Sigma.
<b>FOX-Truck</b>	Melhoria da qualidade.	Inicialmente, melhoria da qualidade. Atualmente, redução de custo.	Organização de Engenharia Seis Sigma.
<b>DQ</b>	Melhoria das operações e desenvolvimento de soluções inovadoras.	Aumentar desempenho, produtividade e valor.	Organização Seis Sigma.

\* Denominação sugerida por SANDERS & HILD (2000a) para classificar o tipo de estratégia de desdobramento adotado pelas organizações.

### **6.3 Análise das características gerais do programa: suas abordagens, a estrutura de implementação e o gerenciamento.**

O modo de implementação predominantemente como decisão estratégica corporativa indica uma tentativa de promover uma mudança cultural dentro da organização, introduzindo uma filosofia que vai ao encontro dos objetivos estratégicos da corporação. Pela Tabela 6.3 percebe-se que, exceto na FOX-Truck, onde o programa foi testado inicialmente numa das unidades de negócio, nas demais a idéia central foi estender desde o início a implementação para todos os segmentos das companhias.

As ferramentas básicas da metodologia sistematizada para solução de problemas têm atendido satisfatoriamente às necessidades das organizações e, com isso, os conceitos estatísticos estão adquirindo maior visibilidade e credibilidade perante pessoas de vários níveis de atividade. O uso de ferramentas mais avançadas ainda é restrito em função da gama de problemas em processos cujo grau de complexidade não requer a utilização de métodos científicos mais sofisticados.

Acerca da incorporação de outras iniciativas de melhoria, verifica-se que alguns processos críticos dos sistemas de produção da TTFix e da FOX-Truck, principalmente, ainda carecem de melhorias que são conseguidas com base nos vários princípios de *lean manufacturing*. A mentalidade enxuta nos ambientes de manufatura está sendo introduzida como forma de preparação para que a implementação do PQSS seja facilitada. Daí a preocupação dos BB's em instruírem seus times de trabalho com relação a esses princípios, realizando periodicamente eventos que promovam a mentalidade enxuta, ou seja, que gerem maior desenvolvimento e capacitação do time; que permitam entender a importância de se buscar a perfeição; que possibilitem determinar valor para o cliente, identificando e eliminando desperdícios; entre outros pontos.

TABELA 6.3 - Resultados sobre as características gerais do PQSS.

Característica	Organização			
	TTFix	FASTCARD	FOX-Truck	DQ
<b>Forma de implementação</b>	Como programa corporativo, aplicado a todos os segmentos de negócio.	Como programa corporativo, aplicado a todos os segmentos de negócio.	Iniciou como programa estratégico da FOX-Truck, passando em seguida para os demais segmentos de negócio.	Como programa corporativo, aplicado a todos os segmentos de negócio.
<b>Metodologias utilizadas na implementação de projetos</b>	DMAIC e DFSS	DMAIC+ <i>Leverage</i> ; DFSS;	DMAIC	DMAIC + <i>Loyalty + Leverage</i> DFSS
<b>Iniciativas de melhoria incorporadas à metodologia Seis Sigma</b>	Ferramentas de <i>Lean manufacturing</i>	Ferramentas de <i>Lean manufacturing</i> .	Ferramentas de <i>Lean manufacturing (Lean-Six Sigma)</i> .	3I – <i>Implement /Improve /Inovate</i>
<b>Tempo de implementação</b>	Iniciou em 2002.	Iniciou em 2000.	Iniciou em 1999.	Iniciou em 1999.
<b>Fase de implementação</b>	Inicial (Estágio de capacitação de pessoas para implementar projetos e disseminar a cultura).	Avançada (Preocupados como aprimoramento da aplicação da metodologia; e com a disseminação da cultura).	Intermediária (Grande preocupação com a disseminação da cultura; com vários projetos em andamento).	Intermediária (Grande preocupação com a mudança da cultura e com a efetividade da disseminação dos conceitos do Seis Sigma). Está iniciando uma nova forma de treinamento da equipe.
<b>Ganhos financeiros</b>	US\$ 600,000.00*	Não informado	Não informado	Não informado

\*Valores obtidos em 2005

A mudança filosófica e cultural e a quebra de paradigmas são fundamentais para que os BB's e GB's consigam implantar seus projetos. A adoção de uma linguagem de comunicação apropriada tem se configurado como elemento essencial para promover a mudança necessária para que o PQSS seja implantado com o êxito esperado pelos gestores. Assim, o aumento de massa crítica e o envolvimento das pessoas são necessidades inerentes ao processo de implementação do PQSS que têm um vínculo direto com a concretização dos objetivos estratégicos e operacionais.

Ainda sobre as iniciativas incorporadas, a DQ traz o 3I (*Implement/Improve/Inovate*), que é uma metodologia mais direcionada para inovação e desenvolvimento de novos produtos.

O referencial utilizado pelos BB's para classificarem a fase de implementação do PQSS na organização se baseou principalmente em parâmetros qualitativos e subjetivos, isto é, num conjunto de itens em que foram consideradas a assimilação da cultura, a dificuldade de disseminação dos conceitos do Seis Sigma por parte das pessoas, os resultados já obtidos, a infra-estrutura existente, apoio para certificação, entre outros.

Das organizações estudadas nesta pesquisa, a FASTCARD é a de maior destaque no sentido que é considerada como a mais madura e a que iniciou a implementação há mais tempo em nível corporativo. Além disso, ela conseguiu criar uma infra-estrutura gerencial apropriada para que a maioria de seus BB's e GB's conseguiram suas certificações. A DQ também deve ser destacada pelo fato de ter adotado uma outra estratégia de implementação, pois, de acordo com a classificação de SANDERS & HILD (2000a), a DQ se propôs a ser uma "Organização Seis Sigma", enquanto as demais organizações seguiram mais o perfil de uma "Organização de Engenharia Seis Sigma". O Capítulo 7 trará mais esclarecimentos acerca classificações.

Com o sucesso nas certificações, os resultados foram aparecendo gradativamente. Neste sentido, a FOX-Truck não tem conseguido tanta eficiência. O crescimento da empresa e as limitações com relação aos recursos humanos estão retardando o avanço da implementação do PQSS. Já no caso da TTFix, as experiências vividas nos demais segmentos da companhia estão servindo para que o PQSS seja implementado na TTFix com mais cuidado.

Sobre modificações na abordagem de treinamento, a DQ, por sua vez,

passa por um momento de reformulação e de implantação de uma nova diretriz para o treinamento dos GB's, depois de perceberem que os mesmos não estavam sendo tão efetivos quanto se esperava. A FASTCARD também introduziu modificações em meados de 2005.

O esforço despendido para tornar a cultura Seis Sigma compartilhada entre todas as pessoas tem sido uma das barreiras mais difíceis de ser suplantadas pela maioria das organizações. Este fato já foi relatado por MOTWANI et al. (2004), McADAM & LAFFERTY (2004), CORONADO et al. (2002), entre outros, e está sendo verificado também nas empresas estudadas aqui.

#### **6.4 Formação dos especialistas, comprometimento e gerenciamento dos responsáveis pelas atividades do Seis Sigma**

A Tabela 6.4 que vem a seguir resume características da estrutura de cada organização no que se refere ao gerenciamento dos recursos humanos, mais especificamente, no tocante aos especialistas treinados. A análise dessas características tomou como base seis parâmetros descritivos: perfil do BB; papel e contribuição do BB; superior imediato; visão do BB; número de pessoas treinadas; e tipo de dedicação dos BB's.

Pelo exposto na Tabela 6.4, para compor o perfil do BB as organizações utilizam critérios que levam a selecionar pessoas com habilidades gerenciais mesmo que não estejam exercendo tal função dentro da empresa. Estar qualificado para gerenciar projetos e processos, e para liderar times de trabalho para executar projetos são requisitos presentes nas organizações estudadas. A formação profissional do candidato também é levada em conta, particularmente, em função da necessidade de gerenciar processos.

Quanto aos papéis e contribuições de BB e GB, não se percebe uma diferença significativa entre as organizações. Isto nos leva a inferir que o setor de atividade, se de manufatura ou de serviços, não influencia no estabelecimento do conjunto de tarefas de responsabilidade do BB. A principal diferença encontrada foi que na FOX-Truck e na DQ os projetos implementados pelos BB's não envolvem obrigatoriamente a participação de GB's.

TABELA 6.4 – Resultados apurados sobre os parâmetros descritivos da estrutura de gerenciamento dos recursos humanos em cada organização estudada

<b>Organização</b>			
<b>Parâmetro descritivo</b>	<b>TTFix</b>	<b>FASTCARD</b>	<b>FOX-Truck</b>
<b>Perfil do BB (qualificação exigida)</b>	Tem capacidade para liderar times; tem afinidade com ferramentas e softwares estatísticos; 1 engenheiro.	Tem experiência com o gerenciamento de projetos e de processos; tem noções de estatística e análise de dados; tem perícia em análise de dados e de situações; é engenheiro.	É um GB certificado; tem habilidade para gerenciar processos.
<b>Duração do treinamento</b>	Seis meses	Quatro meses	Quatro meses
<b>Papel e contribuição do BB</b>	Aplica as ferramentas da metodologia Seis Sigma (DMAIC e DFSS) e de <i>lean manufacturing</i> ; lidera times para executar projetos; instrui e orienta GB's.	Aplica as ferramentas da metodologia Seis Sigma (DMAIC); lidera equipe de GB's; gerencia processos de ponta a ponta; atua como um consultor interno.	Desenvolve mecanismos para difundir a cultura Seis Sigma; aplica as ferramentas de <i>lean manufacturing</i> e do DMAIC; instrui GB's; lidera times para executar projetos.
<b>Superior imediato</b>	Gerente geral	Gerente de área	Gerente de área
<b>Visão do BB</b>	Operacional	Operacional/Gerencial	Gerencial
<b>Nº de BB's e GB's treinados</b>	03 BB's e 09 GB's	20 BB's e 45 GB's	04 BB's e 66 GB's
<b>Dedicação do BB</b>	Integral	Integral	Integral
<b>Requisitos para certificação do BB</b>	Quatro projetos concluídos em um ano; US\$ 250 mil de economias por projeto; ganho de ao menos um sigma.	Um projeto concluído em oito meses; ganho de ao menos 80% na taxa de falhas.	Dois projetos concluídos em dois anos; aprovação em prova escrita (teórica)
			10% do público alvo são BB's e 70% são GB's.
			Parcial

Ao contrário da TTFix e da FASTCARD, em que os GB's integram o time que executará o projeto Seis Sigma de responsabilidade do BB, na FOX-Truck cada GB tem um projeto de sua responsabilidade desvinculado do projeto do BB. O GB líder da DQ também conduz seu projeto independente da liderança do BB; o que faz com que ele exerça mais fortemente sua função de líder de time. Essa é uma forma de ir gradativamente preparando algumas pessoas para serem futuros BB's.

Outro ponto em comum encontrado na FOX-Truck e na DQ é a exigência de que o BB seja um GB certificado, instituindo um plano de carreira promissor para os que se envolvem mais de perto com os objetivos estratégicos do Seis Sigma na organização.

A visão do BB foi um parâmetro qualitativo que resultou de uma análise mais geral da entrevista feita com os BB's. Conforme já comentado anteriormente, vários fatores podem influenciar essa visão, haja vista que a construção da visão é um processo gradativo que é aprimorado com o tempo, com a exposição a situações variadas, com a vivência em ambientes diversificados, com o aprimoramento do conhecimento, entre outros pontos.

Analisando o número de pessoas treinadas em relação ao total de funcionários das fábricas, individualmente, e o tempo de implementação, os dados sugerem que a situação da FASTCARD é a mais adiantada.

Quanto à dedicação do BB às atividades relacionadas ao Seis Sigma, nos três primeiros casos, eles atuam em tempo integral, enquanto na DQ a dedicação é parcial. Sobre este particular essa opção da DQ está diretamente relacionada com seu propósito de se tornar uma Organização Seis Sigma, fazendo da aplicação da metodologia sistematizada um método de resolução de problemas como qualquer outro método eficiente e não como uma metodologia diferenciada que exija atenção integral de seus BB's.

Os GB's sempre são parcialmente dedicados (em torno de 30% do tempo com a atenção voltada para a implementação dos projetos sob sua responsabilidade). A questão da dedicação é algumas vezes um ponto crítico enfrentado por BB's e gerentes, pois, para manter os GB's motivados e confiantes de que seu esforço será compensador, é importante que eles percebam e sintam o quanto sua participação é importante na construção dos resultados que levarão a organização a superar seus desafios e crescer. O

estímulo e a perspectiva de ascensão profissional parece ser fundamental para manter as pessoas continuamente envolvidas e comprometidas com a implementação dos projetos.

A certificação é um outro aspecto de influência na manutenção da motivação e do comprometimento dos GB's e BB's. O desestímulo provocado pela dificuldade de certificação pode ser um fator de risco para a implementação do programa. Além disso, a efetividade do aprendizado é checada pelos líderes em função dos resultados conseguidos pela equipe.

Os critérios utilizados e os requisitos exigidos para certificação não foram os mesmos nas quatro organizações estudadas. Enquanto na TTFix exige-se que o BB conclua quatro projetos para sua certificação em um ano, gerando economias que totalizem US\$ 1 milhão, e com um ganho de ao menos um sigma em melhoria no processo, na FASTCARD o BB deve concluir um projeto em até oito meses e proporcionar uma redução de pelo menos 80% na taxa de falhas nas operações diretamente relacionadas com seu projeto. Na FOX-Truck, o tempo para certificação é de dois anos, sendo que os requisitos são: a aprovação numa prova escrita e a implementação de dois projetos. Mesmo tendo os BB's em tempo parcial, a DQ impõe aos BB's uma condição para certificação não muito diferente das demais organizações, uma vez que o BB deve concluir dois projetos em nove meses.

Um outro aspecto que vale mencionar é a autonomia de MBB's e BB's nas três primeiras empresas estudadas. No caso da DQ, a maior limitação do campo de ação do BB faz com que ele não tenha tanta autonomia, nem por isso, ele deixa de ter seu *status* reconhecido.

## **6.5 Gerenciamento dos projetos, medição de desempenho e controle de resultados**

No concernente ao gerenciamento dos projetos Seis Sigma, quatro tópicos mais abrangentes estão sendo usados para encaminhar a análise: definição dos projetos; foco dos projetos; medição de desempenho e controle de resultados; e grau de priorização do uso de ferramentas estatísticas. A Tabela 6.5 mostra uma síntese de cada um dos tópicos citados para as organizações pesquisadas.

A definição dos projetos é um tópico fundamental dentro da estrutura de implementação do PQSS. Nas quatro organizações estudadas observou-se que a

responsabilidade de definir projetos é delegada às pessoas que ocupam posições mais estratégicas dentro da empresa, ficando a cargo dos BB's ajustar o escopo dos projetos e detalhar as fases de implementação. O direcionamento estratégico dos projetos é baseado nas metas de desempenho do negócio estabelecidas pela alta administração da corporação e, pelo que foi verificado, é interdependente da estratégia competitiva e da missão. Daí uma das razões para que o foco dos projetos esteja tão ligado a elementos que impactam diretamente nos alavancadores do negócio, na melhoria dos processos críticos, no aumento da capacidade produtiva, na satisfação do cliente, entre outros aspectos.

Para um melhor gerenciamento dos projetos ficou evidente a necessidade de se usar recursos tecnológicos para criar uma infra-estrutura apropriada. Em todos os casos, as organizações implantaram sistemas de informação via *Web* para acompanhar e gerenciar o *status* de cada projeto, identificando responsáveis; fases de implementação, revisões/correções; tempo decorrido; resultados tangíveis alcançados; entre outros indicadores.

A utilização dos recursos de tecnologia da informação é apresentada como um suporte essencial no gerenciamento do PQSS nas quatro empresas. Como já apontou MOTWANI et al. (2004), o fato do Seis Sigma direcionar a tomada de decisão baseada em dados fez com que grandes corporações investissem na construção de bases de dados flexíveis e com interfaces amigáveis, com vistas a capturar e impulsionar a aquisição de conhecimento. Com isso, há maior facilidade de identificação de oportunidades e de encaminhamento de melhores projetos.

Da forma como foi descrito pelos BB's das quatro organizações, cada corporação possui um sistema de gestão de negócios que incorpora este sistema de informações do PQSS, construído com uma arquitetura que integra todos os segmentos de negócios. Com isso, eles garantem maior uniformidade no gerenciamento do programa na corporação como um todo. Mais ainda, a existência deste sistema de informações do PQSS se configura como um SMD do Seis Sigma, ou melhor, ele consiste em um dos vários sistemas de informações necessários para gerenciar o desempenho.

Sobre o grau de priorização do uso de ferramentas estatísticas, percebeu-se que os BB's restringem-se às aplicações dos métodos e técnicas assimilados durante o treinamento, os quais estão mais focados no DMAIC e no DFSS em algumas situações. Na TTFix e na FOX-Truck tem sido mais intenso o uso dos princípios do *lean manufacturing* na resolução dos problemas, os quais focam a prevenção e eliminação de desperdícios em geral.

A experiência da FOX-Truck revelou que a implementação de projetos Seis Sigma não depende da aplicação de métodos estatísticos como um requisito da implementação dos projetos. A aplicabilidade das ferramentas demanda, sobretudo, o conhecimento mais detalhado das funções das ferramentas e do alcance que ela pode ter em termos de redução de defeitos, de eficiência, de eficácia dos processos e de economias proporcionadas.

A alta prioridade para o uso das ferramentas estatísticas básicas inseridas no ciclo DMAIC é um ponto marcante da DQ, mesmo considerando que em algumas áreas funcionais, como por exemplo, Segurança do Trabalho, a medição seja algo problemático em decorrência da natureza das variáveis.

A disponibilidade de softwares específicos para análise de dados exclusivos para uso da companhia não é uma posição comum nos casos estudados.

## **6.6 Fatores de sucesso e fatores de risco associados à implementação do PQSS**

A identificação de fatores essenciais para implementar o PQSS dá destaque para o comprometimento dos gestores como sinal do apoio necessário para que o BB corresponda às expectativas. A disponibilidade de recursos para investimentos também foi salientada pelo fato de considerarem que a implantação de um programa nos moldes do Seis Sigma demanda alto investimento não apenas para promover a capacitação das pessoas, mas, sobretudo, para criar a infra-estrutura necessária para a gestão do programa. O trabalho em equipe foi citado na FOX-Truck como um fator essencial por ser esta uma característica marcante da cultura da empresa que contribui para que os projetos sejam implementados mais rapidamente.

TABELA 6.5 - Resultados levantados sobre o gerenciamento dos projetos Seis Sigma em cada organização estudada.

<b>Organização</b>				
<b>Tópico de interesse</b>	<b>TTFix</b>	<b>FASTCARD</b>	<b>FOX-Truck</b>	<b>DQ</b>
<b>Responsável pela definição de projetos</b>	Gerente geral da fábrica	Gerente de área	Diretor e Gerente geral da fábrica	Local Champion / Diretor do site
<b>Foco dos projetos</b>	Impactar os alavancadores do negócio; Redução de defeitos;Ganhos financeiros.	Impacto no cliente;Melhoria dos processos críticos.	Reduzir custos de produção e aumentar a capacidade produtiva	Oportunidades de melhoria; impacto no cliente; e obtenção de resultados financeiros.
<b>Recursos para medição de desempenho e controle de resultados</b>	Possui um sistema corporativo que é operado via <i>Web</i> para acompanhar o <i>status</i> de cada projeto em implementação ( <i>Power Steering</i> ).	Possui um sistema de informação que é operado na intranet da companhia para acompanhar o status de cada projeto em implementação e da equipe (Repositório mundial de projetos e de resultados).	Possui um sistema de informação na intranet que liga toda a corporação para acompanhar o status de cada projeto em implementação ( <i>Fox Business System</i> ).	Possui um sistema corporativo na intranet para cadastrar oportunidades de melhoria que podem ser futuros projetos : <i>Portfólio</i> de projetos; O status do projeto e da equipe também é feito por sistema de informação corporativo.
<b>Grau de priorização do uso de ferramentas estatísticas</b>	Alta prioridade para o uso das ferramentas estatísticas inseridas no DMAIC e DFSS.	Alta prioridade para o uso das ferramentas estatísticas básicas (DMAICL). Estão iniciando a aplicação de ferramentas mais sofisticadas para desenvolver processos capazes.	A priorização é relativa, depende do projeto. Atualmente poucos projetos de BB's priorizam o uso das ferramentas estatísticas.	Alta prioridade para o uso das ferramentas estatísticas básicas (DMAICLL) na melhoria e incentivo ao uso das ferramentas do DFSS na inovação.

A formação de massa crítica decorrente da difusão dos conceitos mais elementares do Seis Sigma entre os funcionários em geral é um outro fator apontado na Tabela 6.6 que tem sido identificado em alguns estudos de caso relatados na literatura (HENDERSON & EVANS, 2000; INGLE & ROE, 2001; MCADAM & LAFFERTY, 2004).

Conforme já ressaltou MOTWANI et al. (2004), o sucesso da implementação do PQSS envolve planejamento, esforço e flexibilidade. O treinamento, o trabalho em equipe e a preocupação em utilizar uma metodologia sistematizada para resolução de problemas não é suficiente para assegurar esse sucesso. Os BB's entrevistados neste trabalho destacaram alguns outros fatores primordiais. De acordo com as interpretações dos BB's de cada empresa, o sucesso vem como consequência de múltiplos fatores que, ao que parecem, estão de alguma forma associados às peculiaridades do negócio de cada empresa. O tipo de liderança e de gestão exercida, a disponibilidade de recursos para sustentar e melhorar a infra-estrutura criada para credenciar a implementação do PQSS como uma estratégia realmente eficiente de aumento do desempenho organizacional são outros pontos que não devem ser negligenciados.

É importante salientar que alguns dos fatores primordiais descritos na Tabela 6.6 assinalam barreiras que as organizações vêm enfrentando para implementar o PQSS. Na TTFix, por exemplo, o comprometimento do time têm sido um ponto crítico. Já na FOX-Truck a sustentação da equipe de BB's tem se configurado como o principal impedimento diante do constante crescimento da empresa em diversas áreas.

TABELA 6.6 - Fatores primordiais para o sucesso do PQSS - comparativo entre as organizações TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ.

<b>Organização</b>			
<b>Fator primordial</b>	<b>TTFix</b>	<b>FASTCARD</b>	<b>FOX-Truck DQ</b>
<b>Para a implementação do PQSS</b>	Infra-estrutura corporativa; Disponibilidade de recursos para investimento; Formação de recursos humanos focada nos interesses da corporação; Gerenciamento dos resultados.	Visão dos gestores sobre os benefícios do Seis Sigma; Disponibilidade de recursos para investimento.	Comprometimento dos gestores; Trabalho em equipe; Foco na definição dos projetos; Infra-estrutura para difusão da cultura Seis Sigma.
<b>Para o sucesso do PQSS</b>	Sustentar os investimentos; Gerenciamento adequado dos resultados; Comprometimento do time; Divulgação dos resultados.	Apoio dos gestores	Alinhamento com as metas da companhia; Suporte da liderança; <i>Savings</i> significativos.

A DQ sofreu com problemas de disseminação da cultura à medida que o treinamento dos GB's não teve o resultado esperado e precisou ser reformulado para que os GB's tivessem mais conhecimento sobre a aplicação da metodologia Seis Sigma. Assim, a implementação ficou mais comprometida em função dos recursos humanos do que pela falta de apoio da liderança ou falta de recursos para investimento, por exemplo.

A decisão estratégica de implementar o PQSS de forma corporativa, começando pela conscientização e treinamento de pessoas de posição estratégica nas companhias foi uma solução que promoveu o comprometimento gerencial nos quatro casos estudados. Entretanto, é preciso salientar que quando se trata de comprometimento é preciso refletir sobre a magnitude dos desafios que este comprometimento impõe aos GB's e BB's, por exemplo.

A literatura aponta o comprometimento gerencial como um fator chave. De fato, o que se percebeu na TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ foi que a participação dos gestores vai bem além de apenas apoiar e direcionar a definição dos projetos. Manter a motivação e o estímulo da equipe parece ser um desafio até maior, dependendo da disponibilidade de recursos materiais, humanos e financeiros que a empresa possui para gerenciar o PQSS. Neste sentido, a demonstração dos resultados obtidos como sinal do compromisso desses profissionais para com o PQSS e, por conseguinte, para com a estratégia do negócio, é um ponto fundamental apontado nestes estudos.

## **6.7 Conclusões e Síntese do Capítulo**

Ao resgatar os pressupostos enunciados no Capítulo 3 e a análise conjunta dos estudos de caso é possível perceber que os subsídios empíricos foram imprescindíveis para verificar a veracidade dos três pressupostos derivados das questões de pesquisa da tese.

O enunciado de cada pressuposto é reproduzido abaixo, seguido da análise de sua validade.

**Proposição 1:** As organizações multinacionais que operam no Brasil se valem da combinação da abordagem estratégica juntamente com a abordagem estatística como um fator primário para estruturar a implantação do PQSS.

Os achados dessa pesquisa qualitativa revelam que o *Pressuposto 1* é verdadeiro, pois, em todas as organizações estudadas, o PQSS foi proposto para ser implantado seguindo uma estratégia que combina objetivos estratégicos à utilização da metodologia sistematizada Seis Sigma para solução de problemas nos processos críticos do negócio.

A forma adotada pelas organizações para definirem os projetos Seis Sigma é um dos pontos fundamentais da estrutura de implantação do PQSS. Como descrito anteriormente, nos quatro casos estudados a definição decorre do alinhamento estratégico como ponto de partida. O caso mais flexível em termos de origem das propostas de projetos é o da DQ, pois ela considera que sugestões de projetos possam surgir também da identificação de oportunidades no ambiente operacional.

A combinação das abordagens estratégica e estatística pôde ser verificada também nos resultados da Tabela 6.5. Como exposto, o foco dos projetos das quatro organizações é condizente com uma orientação estratégica voltada para o mercado, onde a preocupação com o impacto no cliente e com os indicadores de desempenho do negócio é priorizada. A necessidade de alinhamento estratégico para definição e implementação dos projetos constitui um ponto primário da estrutura do programa, uma vez que se considere que a implantação se inicia quando os projetos são direcionados, começam a ser implementados, os resultados aparecem efetivamente e proporcionam um feedback estratégico.

**Proposição 2:** A implementação do PQSS numa organização multinacional requer investimentos que vão além da formação e capacitação das pessoas sobre como usar métodos estatísticos para implementar projetos.

Como foi declarado pelos entrevistados da TTFix, FASTCARD e DQ, o uso de métodos estatísticos para melhoria dos processos críticos é prioritário (Tabela 6.5). Isso pode sugerir uma invalidação do pressuposto 2. Todavia, também foi revelado que o Seis Sigma requer um alto investimento em recursos tecnológicos para criar uma infra-estrutura que acelere a implantação do PQSS. Sistemas como o *Power Steering* da TTFix, Repositório Mundial de Projetos na FASTCARD, *FOX Business System* na FOX-Truck e Portfólio de Projetos na DQ são exemplos deste tipo de investimento.

Por meio destes sistemas, as organizações integram as operações realizadas pelas diferentes unidades de negócio, e possibilitam à alta gerência acompanhar e controlar de maneira mais eficiente as atividades do PQSS, como o *status* dos projetos, desempenho das equipes, resultados financeiros obtidos, projetos concluídos e em andamento, entre outros aspectos relacionados ao gerenciamento do PQSS.

Do que foi apurado, a existência destes recursos é parte fundamental para um gerenciamento mais eficiente do PQSS. Além do mais, estes resultados convergem para o que já havia sido mencionado na revisão da literatura sobre a contribuição dos avanços da teoria da informação. Como apontado anteriormente, a tecnologia da informação é um recurso efetivo para impulsionar e potencializar o processo de criação e desenvolvimento de capacitação tecnológica nas empresas produtivas.

A **Proposição 2** pode ser considerado verdadeiro. Os estudos de caso realizados fornecem evidências de que para implementar o PQSS é necessário, porém, não é suficiente conhecer e aplicar a metodologia Seis Sigma.

**Proposição 3:** O sucesso da implementação do PQSS numa organização multinacional é favorecido pela existência de uma estrutura hierárquica tradicional (*top-down*) que estabelece níveis de subordinação e de atividades individuais para os membros da equipe de participantes.

Um dos aspectos pesquisados nos estudos de caso foi a estrutura hierárquica dos membros da equipe responsável pela implementação dos projetos Seis Sigma e, por sua vez, do PQSS. Como visto na seção 4.6.3, algumas estruturas são encontradas na literatura para identificar os papéis dos participantes. Em cada uma delas fica visível que esse aspecto está diretamente relacionado ao **Pressuposto 3**, haja vista que este aborda a forma de atuação e de participação das pessoas.

Os resultados expostos na seção 6.4 são esclarecedores de que o comprometimento dos participantes, especialmente da média gerência, é um fator primordial para engajar a equipe num objetivo comum.

Como na TTFix, FASTCARD e FOX-Truck os BB's atuam em tempo

integral dedicados ao Seis Sigma, o grau de comprometimento com a implementação de projetos é naturalmente maior do que na DQ. Todavia, este aspecto não vem limitando a evolução e a conquista de resultados positivos na DQ. A questão aqui é que a estrutura de implementação adotada pelas três primeiras é do tipo “Organização de Engenharia Seis Sigma”, enquanto a última é do tipo “Organização Seis Sigma”.

Mais especificamente, nos casos da TTFix, FOX-Truck e DQ foi ressaltado pelos BB’s entrevistados que o apoio da alta direção e média gerência é total, sendo maior a dificuldade de conscientização nos níveis hierárquicos mais baixos. Apesar disso, é expressiva a preocupação com o comprometimento gerencial e da alta administração para que a implementação dos projetos seja efetivada e dê impulso para definição de outros projetos.

Na Tabela 6.6 o suporte da liderança e do time são destacados como fatores primordiais para o sucesso da implementação do PQSS. No entanto, não é possível concluir se diante de uma estrutura hierárquica não tradicional, a evolução da implementação do PQSS seria prejudicada. Neste sentido, as organizações com estruturas HPO (*High Performance Organization*)<sup>25</sup> estariam mais fragilizadas, uma vez que a hierarquia é imposta para equipes e não para indivíduos como no caso da estrutura tradicional. Se o comprometimento, como fator primordial, tende a ser mais fácil em nível individual do que em nível de equipe cria-se um entrave para as organizações HPO.

Em face dos aspectos discutidos acima, não é possível assegurar a validade do ***Pressuposto 3***.

De um modo geral, os dados analisados fornecem evidências de que não há um Modelo de Referência para estruturar o PQSS que seja seguido pelas transnacionais estudadas. Os resultados indicam que cada uma delas seguiu uma orientação própria para implementar o PQSS em nível corporativo.

O enfoque explorado pela GE (HENDERSON & EVANS, 2000), uma das companhias que mais divulgou resultados sobre o Seis Sigma até o momento, parece não ter sido adotado por nenhuma das organizações examinadas aqui.

Diferenças quanto à estratégia de implementação do PQSS foram

---

<sup>25</sup> Para mais detalhes sobre estruturas HPO e Seis Sigma vide DEVANE (2004).

identificadas e revelam que a disseminação da cultura Seis Sigma é mais lenta e a aplicação do pensamento estatístico é mais dificultada, quando a estratégia de implementação é do tipo “Organização de Engenharia Seis Sigma”. Todavia, tornar-se uma “Organização Seis Sigma”, como denominam SANDERS & HILD (2000a), parece requerer investimentos mais vultosos no que se refere à formação das pessoas e à criação de uma infra-estrutura tecnológica que facilite a implementação de projetos. A DQ é um exemplo de sucesso deste tipo de estratégia.

Similaridades observadas entre TTFix e FOX-Truck indicam que, na indústria automotiva, o PQSS deva incorporar princípios e ferramentas da manufatura enxuta como requisitos básicos para a eliminação de desperdícios e redução de custos.

Quanto ao gerenciamento dos projetos e a medição de desempenho, as evidências são de que as metas de desempenho do negócio direcionam a definição dos projetos Seis Sigma, mostrando também que o alinhamento estratégico é um aspecto fundamental para o sucesso da implementação do PQSS, independente da estratégia de implementação adotada pela organização.

Os resultados revelam, ainda, que a aplicação da metodologia sistematizada é um dos pontos fortes do sucesso do Seis Sigma, juntamente com o aumento do capital humano decorrente da melhor capacitação das pessoas na utilização dos métodos científicos.

Para concluir, a Tabela 6.7 fecha este capítulo dando destaque para alguns componentes essenciais identificados tanto na pesquisa teórica como nos achados dos estudos de caso descritos acima. Estes componentes já foram destacados no Capítulo 2 como partes fundamentais para compor a definição de Seis Sigma, e são reafirmados aqui explorando as práticas empresariais.

Apesar de não ser possível verificar se a existência de um Modelo de Referência poderia contribuir para estruturar de forma mais eficiente o PQSS nas empresas aqui pesquisadas, os subsídios empíricos contribuíram sobremaneira no aprimoramento da visão pré-estabelecida acerca de quais seriam realmente os componentes essenciais para estruturar o PQSS.

TABELA 6.7 - Síntese dos resultados dos estudos de casos conforme a classificação em termos de componentes essenciais para estruturar a implementação do PQSS.

Componente essencial	Organização			
	TTFix	FASTCARD	FOX-Truck	DQ
<b>Orientação estratégica</b>	Voltada para o mercado; prioriza inovação, melhoria da qualidade e eliminação de desperdícios.	Voltada para o mercado; busca diferenciação; prioriza melhoria dos processos e dos serviços que impactam no cliente.	Voltada para o mercado; procura manter qualidade e reduzir custos de produção para garantir o <i>market share</i> .	Voltada para o mercado; busca inovação; prioriza melhoria dos processos e dos produtos e serviços que impactam no cliente.
<b>Medição de desempenho e controle de resultados</b>	Indicadores financeiros e não financeiros; SMD estruturado e multidimensional (BSC); SMD direciona projetos Seis Sigma; SMD para gerenciamento do PQSS corporativo via <i>Web (Power Steering)</i> .	Indicadores financeiros e não financeiros; SMD estruturado e multidimensional; SMD para gerenciamento do PQSS corporativo (Repositório mundial de projetos e de resultados).	Indicadores financeiros e não financeiros; SMD estruturado e multidimensional ( <i>Fox Business System</i> ); SMD para gerenciamento do PQSS corporativo (inserido no <i>Fox Business System</i> ).	Indicadores financeiros e não financeiros; SMD para gerenciamento do PQSS via <i>Web</i> (Portfólio); Sistema corporativo para gerenciar projetos.
<b>Pensamento estatístico</b>	Facilita a comunicação e o entendimento dos métodos de análise.	Facilita a disseminação da cultura e da metodologia. Seis Sigma	Servem de subsídios para o entendimento da metodologia Seis Sigma	Conceitos valorizados contribuem para o uso da estatística.
<b>Metodologia Seis Sigma</b>	DMAIC (para reduzir defeitos); DFSS (desenvolvimento de novos produtos).	DMAICL (para reduzir variação); DFSS (desenvolvimento de processos capazes).	DMAIC (para reduzir variação).	DMAIC LL para melhoria de processos e impulsionar outros projetos; DFSS para otimização e inovação.
<b>Equipe de especialistas</b>	Selecionados pela alta administração com capacidade de liderança; e de conduzir projetos. BB tem visão geral do negócio e da corporação, atua em tempo integral, lidera time, treina e orienta GB's.	Selecionados pela alta administração com capacidade de liderança e de gerenciar processos. BB tem visão geral do negócio, atua em tempo integral, lidera times, treina e orienta GB's e dá suporte técnico às áreas funcionais.	Selecionados pela alta administração pela capacidade de liderança e de gerenciar processos. BB tem visão geral do negócio, atua em tempo integral na implementação de projetos e no programa de treinamento de GB's.	Selecionados pela alta administração pela capacidade de liderança, de comunicação, de gerenciar processos. BB tem visão geral do negócio, atua em tempo parcial na implementação de projetos e no programa de treinamento de GB's.
<b>Projetos Seis Sigma</b>	Direcionadores de desempenho; Devem impactar os alavancadores do negócio; São focados em resultados financeiros e em redução de defeitos e de custos.	Direcionadores de desempenho; Devem impactar o cliente e melhorar processos críticos; Focados em qualidade e em redução de falhas.	Direcionadores de desempenho; devem impactar categorias de desempenho do negócio; pouco focados em resultados financeiros; e visam redução de custo.	Direcionadores de desempenho; refletem oportunidades já identificadas; devem impactar no desempenho do negócio, no cliente e gerar resultados financeiros significativos.

No próximo capítulo, os componentes destacados na Tabela 6.7 são examinados como integrantes do Modelo de Referência para estruturar o PQSS. O Capítulo 7 trata da terceira etapa do delineamento metodológico da pesquisa, a qual consiste no desenvolvimento do modelo que foi concebido pela combinação dos indicativos da pesquisa teórico-conceitual com os subsídios empíricos dos estudos de caso.

# Capítulo 7

---

Proposta de um Modelo de Referência Para  
Estruturar o PQSS



## **7 PROPOSTA DE UM MODELO DE REFERÊNCIA PARA ESTRUTURAR O PQSS**

No Capítulo 2 o PQSS foi apresentado de forma ampla, explorando aspectos teóricos que podem complementar as discussões sobre o Seis Sigma. Os estudos de caso exploratórios apresentados e discutidos nos Capítulos 5 e 6 forneceram subsídios práticos para compreender um pouco sobre a dimensão dada ao Seis Sigma dentro das organizações, assim como facilitaram perceber como o PQSS é gerenciado e como este programa está inter-relacionado a certos tópicos explorados em um contexto mais teórico nos Capítulos 2 e 4.

Neste capítulo, o intuito é apresentar o PQSS como um programa integrador, o qual integra os objetivos e metas estratégicas aos objetivos e metas operacionais. Além disso, o capítulo traz como contribuição a proposição de um Modelo de Referência para estruturar o PQSS.

Os componentes que fazem parte desse Modelo de Referência são identificados e detalhados quanto a sua relevância do ponto de vista teórico e empírico ao longo das seções que seguem. Estes componentes são: orientação estratégica e alinhamento estratégico; uso da medição de desempenho; pensamento estatístico; aplicação da metodologia Seis Sigma; e formação e capacitação das pessoas.

Um outro aspecto coberto neste capítulo é a visão sistêmica que auxilia na compreensão de como a implementação do PQSS pode gerar mudança e melhoria em termos de recursos humanos, de desempenho operacional (eficiência), de satisfação dos clientes (eficácia), de lucratividade, de produtividade, entre outros aspectos.

### **7.1 O Modelo de Referência**

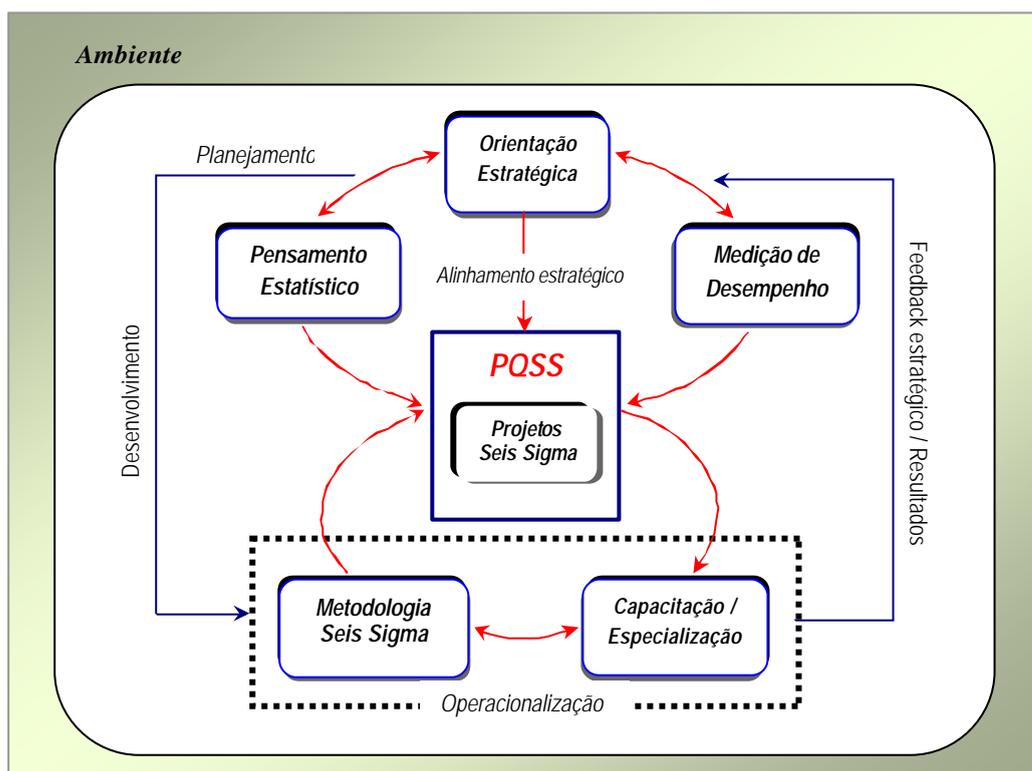
Primeiramente, cabe esclarecer que a proposição de um Modelo de Referência para estruturar o PQSS tem como ponto de partida a busca por teorias que possam ser incorporadas ao contexto do Seis Sigma e que complementem a literatura mais especificamente relacionada ao tema. Em segundo lugar, pretende-se fornecer e direcionar requisitos que podem ser primordiais para que uma organização possa estruturar, ou mesmo reestruturar, a implementação do PQSS, garantindo a sustentabilidade do programa.

Antes de apresentar o modelo propriamente dito, é preciso destacar que estão sendo consideradas algumas suposições. Estas suposições são necessárias para compreender que o PQSS é capaz de promover os benefícios esperados de integração das atividades de planejamento, de medição, de priorização de ações de melhoria e de definição de metas de desempenho. São elas:

- (1) A orientação estratégica e o alinhamento estratégico são componentes que têm papel primordial no direcionamento e na priorização do foco da implementação dos projetos e do PQSS como um todo;
- (2) O uso da medição de desempenho é imprescindível para compreender que o gerenciamento do PQSS é parte do gerenciamento do desempenho, e que os indicadores de desempenho podem ser usados não apenas para controlar a implementação da estratégia de negócio, mas também podem ser usados para direcionar os projetos Seis Sigma;
- (3) O pensamento estatístico consiste num elemento básico e fundamental para alicerçar as ações no contexto do Seis Sigma em todos os níveis de atividades;
- (4) A aplicação da metodologia sistematizada Seis Sigma reafirma o valor do método científico, em especial, do método estatístico como forma eficiente de eliminar a causa raiz dos problemas para garantir a obtenção de resultados concretos;
- (5) A formação e capacitação das pessoas é um incremento ao capital intelectual, particularmente, capital humano da organização; envolve o comprometimento das pessoas como impulsionadores da aprendizagem necessária para que a implementação do PQSS aconteça de forma satisfatória, e para que a organização consiga atingir a elevação do desempenho almejada;
- (6) Os projetos Seis Sigma são considerados aqui como os principais catalisadores do sistema representado no Modelo de Referência. Eles representam o desdobramento da estratégia, indicando que eles estão alinhados aos objetivos estratégicos e que são originados nos processos críticos da organização. Seus resultados significam os ganhos mensuráveis, tangíveis, sobre algumas dimensões ou categorias de

desempenho estabelecidas na composição do SMD.

O conteúdo de cada uma das suposições destacadas acima caracteriza a relevância dos componentes essenciais (ou parâmetros) inseridos no Modelo de Referência exibido na Figura 7.1.



Fonte: Elaborado pela autora

**FIGURA 7.1 – Modelo de Referência para estruturar o PQSS.**

No bojo, o Modelo de Referência traz o escopo do PQSS à luz do inter-relacionamento existente entre os componentes. O arranjo harmonioso destes componentes contribui para um melhor direcionamento da implementação do PQSS em nível corporativo. Por assim dizer, o Modelo de Referência sugere um caminho eficiente para se obter vantagem competitiva advinda da melhoria do desempenho organizacional, uma vez que se baseia em casos de organizações cujos investimentos, bem como os resultados obtidos, foram declarados como bastante significativos até o momento.

A interligação dos parâmetros do modelo indica um possível grau de associação entre eles, de tal modo que mudanças em um dos parâmetros afetam pelo menos parcialmente um outro que esteja interligado a ele e, conseqüentemente, este impacto acaba influenciando o funcionamento do sistema como um todo. Por isso, a representação abstrata e simplificada de um sistema real que está ilustrada na Figura 7.1 introduz o PQSS como um conjunto de partes integradas com uma finalidade comum.

Os projetos Seis Sigma têm um papel especial na estrutura do Modelo de Referência, uma vez que, por serem direcionadores de desempenho, eles permitem um feedback operacional e, sobretudo, um feedback estratégico que auxilia na revisão e/ou re-direcionamento de metas de médio e longo prazo. Isto quer dizer que seus resultados influenciam significativamente a tomada de decisão tanto em nível estratégico, como em nível tático e operacional.

Conferir aos projetos Seis Sigma a função de catalisadores de um sistema é uma forma de entender que observar o alinhamento estratégico desses projetos é um requisito essencial que sustenta o sistema por inteiro. Esta importância está refletida na forma como esses projetos são originados e desdobrados. E mais, na significância estratégica dos resultados obtidos com a conclusão deles.

Como verificamos nos estudos de caso, os projetos Seis Sigma servem como direcionadores de desempenho, tanto do ponto de vista operacional como estratégico. Mas, para que tenham essa propriedade de direcionadores de desempenho é preciso que sejam gerenciados de forma efetiva. Neste sentido, as empresas pesquisadas aqui revelaram terem feito um grande investimento em recursos tecnológicos para criarem meios que facilitem o gerenciamento dos projetos e, conseqüentemente, do programa.

Ao longo do desenvolvimento do Modelo de Referência percebeu-se, tanto em nível teórico como empírico que um dos pontos mais fortes dos projetos Seis Sigma é que eles geram resultados (ganhos tangíveis) em decorrência de um incremento significativo em bens, serviços e processos. Por esta razão, eles proporcionam um feedback estratégico sobre os objetivos e metas traçados pela alta administração da organização.

Vale ressaltar que a proposição do Modelo de Referência vem ao encontro da idéia de que o Seis Sigma requer uma visão organizacional sistêmica que

decorre da combinação das abordagens estatística e estratégica.

Para uma melhor compreensão da abrangência atribuída ao Modelo de Referência, as próximas seções mostram mais detalhes sobre os parâmetros considerados no modelo. A idéia é esclarecer os motivos que levaram a inclusão de cada “caixa” presente na Figura 7.1.

## **7.2 PQSS como Programa Integrador de Objetivos Estratégicos e Operacionais**

Alinhar a estratégia aos processos vitais requer da organização a definição de um elemento integrador, cuja função é promover a integração das atividades de planejamento, de medição, de priorização de ações de melhoria e de definição de metas de desempenho (ARMISTEAD et al., 1999).

Segundo MILLER & CARDINAL (1994), planejar estrategicamente os passos que expressam como os objetivos estratégicos serão alcançados é uma forma de ajudar o nível gerencial a integrar e controlar os vários setores da empresa, sendo que tal integração e controle contribuem direta ou indiretamente para um processo de planejamento unificado. Assim, as ações definidas no planejamento estratégico afetam o desempenho organizacional através dos benefícios decorrentes da integração.

A literatura traz com freqüência o conceito de estratégia incorporado à maneira pela qual a organização decide competir. Por isso, é comum que o conceito de estratégia seja relacionado aos resultados de desempenho (RAJAGOPALAN, 1996; PAPKE-SHIELDS & MALHORTA, 2001; MORGAN & STRONG, 2003). Temas centrais como alinhamento e integração são utilizados para esclarecer essa relação entre estratégia e desempenho; o que se configura em um tripé de relacionamento cujos elementos são: alinhamento estratégico, integração e desempenho.

De acordo com as informações descritas no Capítulo 5, as organizações se utilizam destes três componentes como parte importante para a sustentação do PQSS como um programa corporativo. Parece apropriado considerar que, nos moldes estabelecidos pela TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ, existe um elemento integrador e que o PQSS se caracterize como tal. Esta consideração resulta do desenvolvimento de uma visão que compartilha os resultados discutidos na literatura com as informações coletadas junto às organizações pesquisadas.

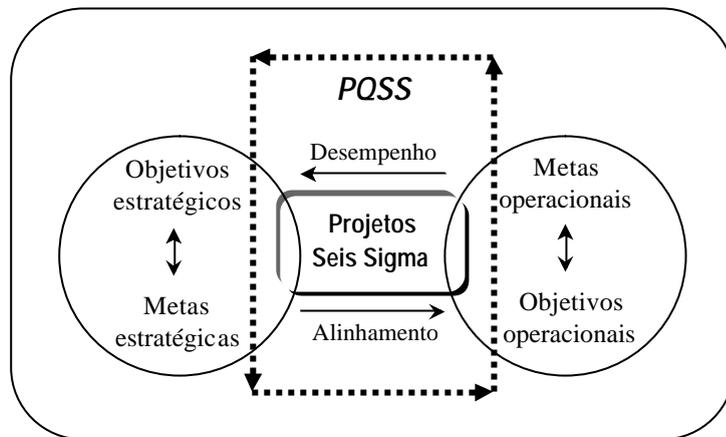
Visto como um programa estratégico e também como um programa

operacional, o PQSS promove a integração, pois afeta ou é afetado diretamente pelos elementos do tripé de relacionamento citado acima.

Como programa operacional o PQSS envolve a melhoria contínua em qualquer lugar em que não haja *trade-offs*. Como programa estratégico ele envolve a busca contínua por maneiras de reforçar e incrementar a posição competitiva, tornando mais claro os lugares onde há *trade-offs* e impondo um feedback estratégico à medida que haja uma meta financeira a se cumprir.

Em face de seu papel de integrador, a interligação dos objetivos estratégicos aos objetivos operacionais pode ser aprimorada com uma comunicação estratégica efetiva (Figura 7.2). Deste modo, os responsáveis pela disseminação da cultura Seis Sigma (MBB's, BB's e GB's) conhecem e compreendem quais são os objetivos estratégicos traçados pela alta administração e identificam quais ações são necessárias para alcançá-los e, a partir daí, estabelecem objetivos e metas operacionais alinhados estrategicamente. Além disso, à medida que essa interligação é estabelecida, os especialistas podem atuar como identificadores de oportunidades relevantes de melhoria que vão ao encontro dos objetivos estratégicos do negócio.

Se, de um lado, os indicadores de desempenho subsidiam e aprimoram o conteúdo das informações que suportam a tomada de decisão e o plano estratégico traçado com vistas à melhoria do desempenho organizacional, do outro, a aplicação do pensamento estatístico traz conceitos de uma filosofia de aprendizagem e ação que embasam a construção de uma gramática comum para todos na organização, a qual gera algumas perspectivas, tais como: aumento da habilidade gerencial; mais facilidade de comunicação da visão organizacional e da estratégia; valorização da cultura de qualidade da empresa; aproximação da organização da condição de excelência em qualidade; entre outras. Tais expectativas são de um modo geral almejadas pelas organizações que estão inseridas no contexto do Seis Sigma.



Fonte: Elaborado pela autora

**FIGURA 7.2 – PQSS como programa integrador.**

Além do mencionado, uma das implicações positivas de se ter o PQSS como um programa integrador das atividades de planejamento, de medição, de priorização de ações de melhoria e de definição de metas de desempenho é que a definição e seleção dos projetos Seis Sigma ficam mais facilitadas e melhor direcionadas. A partir da implementação dos projetos Seis Sigma, ficam estabelecidos tanto o feedback operacional, decorrente diretamente da melhoria de processo advinda da aplicação da metodologia Seis Sigma, como o feedback estratégico, que reflete o direcionamento estratégico seguido na definição de outros projetos. Neste contexto, o alinhamento estratégico é uma dimensão estratégica imprescindível para direcionar os projetos e, conseqüentemente, para impulsionar o PQSS.

Contudo, deve haver uma linha mestra para guiar esses planos e ações que visam à melhoria do desempenho organizacional e que fazem com que os resultados apareçam. É daí que vem a importância da orientação estratégica

### **7.3 Influência da Orientação Estratégica e do Alinhamento Estratégico na Implementação do PQSS**

Refletindo sobre a influência da orientação estratégica na implementação do PQSS, um ponto de partida pode ser o trabalho de DANSKY & BRANNON (1996), no qual tratam do impacto da orientação estratégica sob a Gestão da Qualidade Total

(TQM)<sup>26</sup>.

A influência da orientação estratégica e do alinhamento estratégico na implementação do PQSS pode ser melhor compreendida à medida que se considere que o PQSS pode, em alguns casos, estar integrado à infra-estrutura da TQM, e que o Seis Sigma supre algumas das deficiências da TQM, principalmente, com relação ao uso de uma abordagem mais quantitativa e de uma metodologia sistematizada para implementar projetos (REVERE & BLACK, 2003); além de criar meios para uma lucratividade mais sustentável.

Do que pudemos apurar na literatura, uma das peculiaridades do Seis Sigma é o fato de não estar amarrado a uma tipologia estratégica em especial. A escolha da tipologia parece depender mais do cenário competitivo em que a organização está inserida. Isto porque a preocupação com a eficiência e eficácia dos processos produtivos, o foco no cliente e o esforço demandado em aumentar o desempenho organizacional fazem com que as organizações adotem posturas mais individualizadas para vencer a concorrência.

Todavia, essa preocupação em melhorar a eficiência e eficácia dos processos produtivos não pode ser fruto de um mau entendimento sobre a distinção entre efetividade operacional e estratégia. O texto de PORTER (1996) embora não mencione o Seis Sigma traz um alerta importante sobre essa questão:

*“...a efetividade operacional significa desempenhar melhor as atividades similares a dos concorrentes. Efetividade operacional inclui mas não é limitada à eficiência. Ela se refere a algum número de práticas que permitem uma companhia a melhor utilizar seus inputs, por exemplo, reduzindo defeitos em produtos ou desenvolvendo melhores produtos mais rapidamente. Ao contrário, posicionamento estratégico significa desempenhar atividades dos concorrentes ou desempenhar atividades similares de diferentes maneiras”.* (p.62)

Ainda conforme aponta PORTER (1996), nas últimas duas décadas, a preocupação gerencial com a efetividade operacional foi incrementada com programas como TQM, competição em base de tempo e *benchmarking*. O Seis Sigma também surgiu dessa preocupação, mas do que verificamos nos estudos de caso apresentados nos capítulos anteriores, o PQSS traz uma aliança mais harmoniosa entre a efetividade operacional e a estratégia do que as demais iniciativas de melhoria da qualidade.

---

<sup>26</sup> Tradução do termo em inglês *Total Quality Management*, representado pela sigla TQM.

Neste sentido, ainda faltam evidências empíricas, e até mesmo teóricas, que elucidem este fato, ou seja, que tragam resultados práticos sobre se realmente na maioria das organizações que investiram no Seis Sigma a distinção entre efetividade operacional e estratégia ficou mais bem esclarecida.

Além disso, estudos sobre qual das tipologias seria mais congruente com as propostas do Seis Sigma ainda estão em falta na literatura. Aparentemente, poucos trabalhos têm sido desenvolvidos nesta direção.

Na tentativa de suprir pelo menos parcialmente essa lacuna, estudamos as tipologias estratégicas descritas no Capítulo 4 e verificamos que o modelo de Miles & Snow é, em nosso entendimento, um dos que tem características compatíveis e mais alinhadas com a abrangência do Seis Sigma, pois está baseado em um ciclo adaptativo, cujas etapas consistem em buscar soluções para os seguintes problemas: empresariais (*entrepreneurial problem*), relativos ao ambiente competitivo; administrativos/estruturais (*administrative problem*), os que estão relacionados com a estrutura organizacional; e produtivos/tecnológicos (*engineering problem*), aqueles com foco nos processos produtivos.

Buscar por soluções para problemas desses tipos faz parte da realidade das organizações que convivem com as vantagens e desvantagens geradas pela implementação do PQSS.

A orientação para o mercado, aliada à necessidade de diferenciação, inovação e crescimento, considerando as dificuldades competitivas da atualidade, convergem para a filosofia das estratégias prospectora e analisadora de Miles & Snow, dependendo das peculiaridades do negócio.

É importante que seja salientado aqui que estes aspectos foram até agora priorizados pelas organizações que obtiveram sucesso com o Seis Sigma. Mais ainda, o ciclo adaptativo citado acima se estabelece, à medida que é identificada a importância da satisfação do cliente; da construção de uma infra-estrutura propícia para implementação de projetos; e do quão relevante é o investimento na elevação do capital intelectual da organização, por meio da capacitação das pessoas. Neste sentido, parece evidente que a discussão sobre as tipologias estratégicas genéricas acrescenta subsídios teóricos para se estudar quais estratégias as organizações devem adotar para estabelecerem um comportamento estratégico que seja mais congruente com a base

conceitual que rege o Seis Sigma.

Ao tratar a implementação do PQSS como um assunto estratégico, vemos com mais clareza a abrangência e a capacidade de atuação do programa nas várias áreas funcionais da organização.

A influência do Seis Sigma sobre a formulação e implementação da estratégia competitiva segue do entendimento de que o PQSS pode ser um programa amplo que dá indicativos sobre as diretrizes estratégicas, desde que o alinhamento seja priorizado. Como o alinhamento estratégico é um fator chave para a consistência de propósitos e ações diante das iniciativas de melhoria (McADAM & BAILIE, 2002), o PQSS acaba sendo um catalisador desse alinhamento pelo fato de ser um programa estratégico que promove a melhoria de todo o negócio, a partir do alcance dos objetivos estratégicos. Além disso, o PQSS enfatiza a medição e análise de dados como o principal meio de captura de informação para qualquer tomada de decisão, desde a definição dos projetos Seis Sigma até o direcionamento dos resultados de desempenho propiciados pela conclusão destes projetos.

A ênfase na mensuração de desempenho inerente ao Seis Sigma assegura a melhoria e a conquista de um padrão de excelência em gestão que pode promover vantagens competitivas para a organização. Essa vantagem virá da distinção fundamental entre sua visão interna e sua visão externa, considerando que esta última deverá ser o ponto de partida para se desenvolver um sistema de medição que contribua para medir o desempenho organizacional.

Como mencionado anteriormente, o ambiente externo à organização exerce forte influência para definir sua orientação estratégica, por meio de suas forças macro ambientais e de seus atores micro ambientais. Considerando que este ambiente pode ser dividido em cinco áreas que agregam valor para a organização (clientes, pessoas, mercado, sociedade e parceiros, quando há necessidade de uma relação mais duradoura com alguma outra organização), então, o mundo externo à organização julgará seu sucesso de acordo com seu desempenho nessas áreas.

Assim, para que os projetos Seis Sigma sejam catalisadores da elevação do desempenho nessas diferentes áreas, é preciso que todos estejam conscientes das metas de longo prazo, de como as ações individuais contribuem para a realização dos objetivos estratégicos, de haver uma direção comum e, sobretudo de se dispor de uma

gramática de comunicação que facilite este alinhamento. Intercambiar informação, compreendê-la e compartilhá-la com a intenção de influenciar o comportamento das pessoas é uma forma de garantir o comprometimento necessário para obter alinhamento.

A organização direciona a definição, seleção e implementação dos projetos que consolidarão sua orientação estratégica se valendo do alinhamento, da integração e do desempenho. Sobre esse ponto, cabe lembrar que, ainda no final dos anos 1980, a Motorola incorporou o foco no cliente como ponto de partida para colocar em prática as atividades do PQSS. Isto aconteceu quando a companhia reconheceu que para garantir competitividade, sustentando e melhorando seu *market share*, seria preciso mudar o enfoque de suas atividades, passando de um foco em produtos/tecnologia para uma orientação voltada para o cliente/mercado (MITCHELL, 1992).

A visão teórica se confirma nos dados levantados nos estudos de caso descritos neste trabalho, uma vez que sugerem que algumas tipologias genéricas podem favorecer o sucesso da implementação do PQSS. Recuperando os dados expostos na Tabela 6.7, quanto à orientação estratégica, e os motivos que levaram cada uma das organizações a adotarem o Seis Sigma, verificamos que o PQSS tem tido uma participação efetiva na busca por soluções para os problemas empresariais, administrativos e produtivos. Como mencionado anteriormente, é na busca por soluções para estes problemas que está baseado o ciclo adaptativo definido na tipologia de Miles & Snow.

Neste sentido, cabe observar que a FASTCARD é uma organização orientada para o mercado, voltada para atender as expectativas do cliente. Ela prioriza a diferenciação e a melhoria dos processos críticos que impactam mais diretamente nos clientes, e, por meio dos projetos Seis Sigma, vem conseguindo implantar mais efetivamente suas estratégias corporativa e do negócio.

A TTFix, por exemplo, vem usando o Seis Sigma como meio para uma mudança em nível até mesmo de orientação estratégica, tornando-a mais voltada para o mercado. Antes dos investimentos no Seis Sigma a organização tinha uma orientação focada no ambiente interno, sem muita preocupação em incorporar a voz do cliente como fator determinante para aumentar o desempenho organizacional. Atualmente, a organização busca aumentar a eficiência nos processos em geral, atacando o ciclo adaptativo referido acima.

No âmbito do desdobramento da estratégia, os estudos de caso revelaram que o alinhamento estratégico é um componente essencial para a definição dos projetos Seis Sigma. Sobre este ponto não é possível identificar se a relevância do alinhamento se deve ao fato do PQSS ser um programa corporativo gerenciado de forma única nas quatro organizações.

O fato dos projetos Seis Sigma nascerem de cima para baixo, isto é, terem sua origem nas prioridades estabelecidas pela alta administração, é um dos indicativos de que a implementação do PQSS está amarrada aos objetivos e metas estratégicas, e mais, que obedece a um alinhamento pré-estabelecido na estratégia de implementação do Seis Sigma adotada pela organização. Isto fica mais evidente à medida que o escopo dos projetos é elaborado e detalhado.

Vale lembrar, que nas organizações estudadas os mentores dos projetos são aqueles que têm informações mais claras das metas estratégicas do negócio, e que, geralmente, ocupam posição de direção ou alta gerência. No caso da TTFix, por exemplo, este aspecto fica evidenciado no momento em que o BB define o escopo do projeto, identificando se o projeto está alinhado aos alavancadores do negócio (resultado líquido, satisfação do cliente, retorno sobre investimento e fluxo de caixa). Mesmo durante a implementação destes projetos ainda há um momento, numa determinada fase da implementação, em que eles são revisados para serem reavaliados pelos responsáveis quanto ao alinhamento.

Uma das características ressaltadas na FOX-Truck é justamente o foco estratégico, o qual está refletido nas prioridades do programa. Estas prioridades influem diretamente nos investimentos em formação de pessoas, na definição de projetos alinhados aos objetivos estratégicos da corporação, e na característica gerencial da maioria dos projetos desenvolvidos pelos BB's. O impacto na infra-estrutura criada para gerenciar os recursos humanos e os projetos é um outro indicativo da influência da orientação estratégica que observamos na pesquisa empírica.

Nas entrevistas realizadas na DQ o alinhamento foi apontado como um requisito básico para a definição dos projetos Seis Sigma. Apesar dos projetos poderem ser sugeridos de baixo para cima, por meio do Portifolio de projetos e oportunidades há uma priorização em se escolher aqueles projetos mais alinhados com a estratégia do negócio. Os MBB's são os responsáveis por estabelecerem a ordem de prioridade de

acordo com as necessidades estratégicas do negócio.

Pelo apresentado acima, parece evidente que a orientação estratégica e o alinhamento estratégico constituem dois componentes essenciais para o sucesso da implementação do PQSS, não apenas pelo que sugere a literatura, mas também pelas evidências advindas da pesquisa qualitativa que apresentamos nos Capítulos 5 e 6.

Como definido no Capítulo 2, para compreender o Seis Sigma de forma mais ampla é preciso que se tenha uma visão mais aprimorada sobre a relevância do impacto de vários componentes na implementação do PQSS.

O uso da medição de desempenho foi um outro componente especificado dentre os parâmetros significativos do Modelo de Referência, razão pela qual é discutido na seção seguinte.

#### **7.4 Uso da Medição de Desempenho, PQSS e Definição de Projetos Seis Sigma**

Com o surgimento da abordagem Seis Sigma ficou ainda mais latente a necessidade de uma visão organizacional sistêmica; com foco em processo, gestão e melhoria; definindo projetos de impacto sobre a satisfação e valores dos clientes, tendo em vista a obtenção de resultados positivos tanto em desempenho operacional quanto financeiro (PANDE et al., 2001). No entanto, para que tal proposição seja colocada em prática, há de se considerar a necessidade de integração entre os objetivos estratégicos de melhoria do desempenho organizacional e o sistema de medição de desempenho.

A dificuldade de integração entre as várias áreas funcionais ainda hoje é percebida nas organizações, o que acaba gerando conflitos quanto ao alinhamento estratégico, quanto à formulação de projetos de melhoria e quanto à estruturação dos SMD's. Este fato é descrito por BITITCI et al. (1997) quando salienta que, mesmo em empresas que fazem uso de MD orientadas para qualidade, a dificuldade de integração está presente. A integração das ações planejadas estrategicamente requer o desenvolvimento de mecanismos para integrar e sustentar o foco da organização na estratégia do negócio, monitorar e gerenciar as expectativas dos clientes e gerenciar o desempenho para atender a essas expectativas (CROSS & LYNCH, 1990).

Como visto anteriormente o alinhamento estratégico e a integração são aspectos importantes para o sucesso da implementação do PQSS, haja vista que deles dependerá o êxito na definição, seleção e implementação dos projetos Seis Sigma. Aqui,

estes tópicos aparecem como componentes essenciais para criar uma estrutura consistente para o sistema de medição de desempenho. Naturalmente que essa importância em comum não é mera coincidência. Como já foi mencionado por McADAM & BAILIE (2002), se o alinhamento entre os indicadores de desempenho e a estratégia de negócio for significativo e eficaz, então, deve haver consistência de ambos, tomada de decisão e ação. Logo, esta consistência é impulsionada pela capacidade da organização de se adaptar às mudanças ambientais e de desenvolver um conjunto de indicadores de desempenho mais amplo, tal que esses indicadores façam parte de dimensões ou categorias que incluam indicadores financeiros, não-financeiros, tangíveis, intangíveis, balanceados, entre outros.

Diante das circunstâncias conjunturais da atualidade é possível perceber que a crescente competição e globalização dos mercados têm levado as organizações a se empenharem para se diferenciarem de seus concorrentes. Nesse ambiente, agregar valor pode ser mais primordial do que reduzir custo. Apesar de se esforçarem continuamente em reduzir custos é imperativo que as organizações se preocupem em agregar valor às suas atividades, de modo que os benefícios sejam percebidos pelos clientes, entregando-lhes produtos e serviços com um padrão de qualidade mais alto e tal que satisfaçam ou superem suas expectativas.

Como já apontou SLACK et al. (1999), a vantagem baseada na produção pode ser uma forma da organização conseguir ser bem-sucedida no longo prazo. Assim, qualidade, juntamente com rapidez, flexibilidade, confiabilidade e custo têm sido objetivos de desempenho importantes para suplantar a concorrência.

O PQSS é um programa que converge nesta direção, pois é focado na satisfação do cliente e tem a redução de variabilidade, o pensamento estatístico e uma metodologia sistematizada como pontos fortes para se conseguir reduzir custos e elevar a eficiência e a eficácia dos processos produtivos; o que produz ganhos tangíveis e sustentação para o desempenho organizacional.

No último século houve uma evolução no conceito de qualidade que mudou a visão dos administradores sobre como deveriam se relacionar com seus clientes. Isto ocorreu devido aos questionamentos sobre como as práticas gerenciais ou dimensões da qualidade estavam relacionadas com o desempenho do negócio, e também, da busca por abordagens de melhoria da qualidade que pudessem alavancar o

desempenho operacional e financeiro (EVANS, 2004).

Com a mudança de visão conceitual sobre qualidade, diferentes prioridades foram definidas. De uma visão interna, que priorizava a conformação e atendimento às especificações, passou para uma visão mais ampla, voltada para o mercado e com maior preocupação com os valores que promovem a satisfação dos clientes. Tradicionalmente, nas empresas de manufatura, os indicadores de desempenho que traduzem qualidade são definidos em termos de conformação à especificação, quantificando número de defeitos produzidos e custo da qualidade (NEELY et al., 1995).

A MD é um tópico inserido nas diversas iniciativas de melhoria que foram adotadas pelas organizações nas últimas décadas, mais especificamente com respeito aos parâmetros relativos à qualidade, custo e tempo de ciclo. Com o Seis Sigma esse assunto se tornou ainda mais essencial para as organizações medirem seus resultados de desempenho. Pelo fato de ser uma abordagem dirigida para medição e para a tomada de decisão baseada em dados e fatos, o Seis Sigma vem contribuindo para o aprimoramento da MD, tornando-a um pré-requisito para a melhoria contínua dos processos e para a implementação da estratégia.

Como já mencionou NEELY (1999), a essência da melhoria contínua está no conhecimento que a organização tem sobre o que é necessário melhorar. Para isso, é preciso identificar “onde” e “por que” o desempenho de momento não é satisfatório, para que, então, os indicadores de desempenho dêem o suporte necessário no que diz respeito ao direcionamento das ações de melhoria.

Conforme já indicado no Capítulo 2, a tendência das publicações sobre Seis Sigma, principalmente, até meados dos anos 90, estimula pensar que a abordagem estatística de avaliação do desempenho operacional não é interdependente da visão abrangente que se tem atualmente sobre a MD. Neste sentido, é possível perceber o quanto a necessidade de alinhamento estratégico influenciou o campo de ação do PQSS para que, ao longo do tempo, o programa fosse adquirindo um caráter mais abrangente e um apelo estratégico cada vez mais acentuado, acomodando uma filosofia de medição que gera mais consistência tanto na tomada de decisão como nas ações.

A avaliação comparativa feita por McADAM & BAILIE (2002) dá indícios importantes sobre as vantagens do PQSS em relação aos outros programas de

qualidade já há mais tempo difundidos na literatura. Os autores conseguiram resultados práticos relevantes sobre os efeitos positivos do Seis Sigma, quando comparado a outras iniciativas de melhoria, como: Gestão da Qualidade Total (TQM); Programa de Gestão do Desempenho (PMP); Manutenção Produtiva Total (TPM); entre outras. A pesquisa que envolveu um estudo de caso prolongado, mostrou que o Seis Sigma e o PMP são as iniciativas que mais contribuem para o alinhamento da MD com a estratégia. Além do mais, um dos pontos ressaltados foi o fato do PQSS ser um programa rico em indicadores de desempenho que, na sua maioria, são direcionadores de desempenho adequados para melhorar o alinhamento com a estratégia.

Estes resultados reforçam a proposição de que os resultados dos projetos Seis Sigma são direcionadores de desempenho organizacional que contribuem para o aprimoramento do SMD multidimensional e, por conseguinte, para o gerenciamento do desempenho, pois permite a identificação de direcionadores de desempenho importantes para a revisão e/ou redefinição dos objetivos estratégicos (SANTOS & MARTINS, 2003).

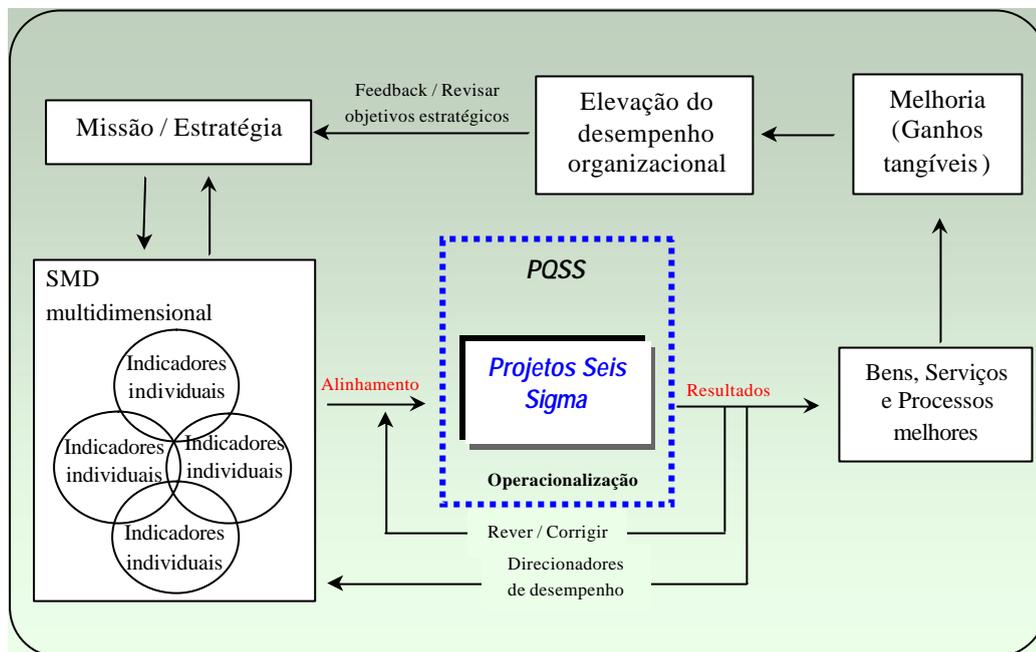
A Figura 7.3 ilustra os aspectos discutidos acima. Nela procurou-se estabelecer a relação do uso da MD com o PQSS com a implementação dos projetos Seis Sigma. Em síntese, a Figura 7.3 recupera o papel integrador do PQSS, ao mesmo tempo em que esquematiza os pontos que vêm a seguir. Eles esclarecem o arcabouço teórico e prático representado na referida figura.

- (1) A organização deve interagir com o ambiente para definir sua estratégia de negócio e sua missão;
- (2) É importante se construir um SMD multidimensional que esteja alinhado com a missão/estratégia do negócio;
- (3) As múltiplas dimensões do SMD direcionam as ações do PQSS por meio do alinhamento;
- (4) Os projetos Seis Sigma devem estar alinhados aos objetivos e metas definidos estrategicamente, de modo que a estratégia do negócio seja desdobrada nos níveis hierárquicos inferiores e representada pelos objetivos propostos em cada projeto Seis Sigma;
- (5) Os resultados oriundos da implantação dos projetos Seis Sigma podem promover a melhoria da eficiência e eficácia dos processos, de modo que

- os ganhos tangíveis (financeiros e não-financeiros) elevem o desempenho organizacional;
- (6) Os projetos Seis Sigma podem precisar de revisão e/ou correção quanto aos seus objetivos e metas para buscarem um maior alinhamento e para que sejam viáveis no momento em que estão sendo implementados;
  - (7) Os projetos Seis Sigma têm um papel de direcionadores de desempenho pela ligação que estabelecem com os indicadores de desempenho que compõem o SMD;
  - (8) A satisfação dos clientes é alcançada à medida que bens/serviços são melhorados;
  - (9) O sucesso da implementação dos projetos Seis Sigma possibilita um feedback estratégico importante para a revisão dos objetivos e metas estratégicas.
  - (10) O programa Seis Sigma tem o papel de integrador de objetivos estratégicos e operacionais, à medida que se utiliza dos recursos materiais, humanos, financeiros e tecnológicos para operacionalizar a estratégia do negócio por meio dos projetos Seis Sigma. Assim, o PQSS consiste num direcionador estratégico de resultados de desempenho.

Os estudos de SANTOS & MARTINS (2003) e de McADAM & BAILIE (2002) sustentam o argumento de MARTINS (2002) de que o uso da informação dos indicadores de desempenho pode direcionar o SMD e não somente controlar a implementação da estratégia. De fato, os resultados de SANTOS & MARTINS (2003) revelam que a definição de um projeto Seis Sigma é direcionada pelo uso da informação dos indicadores de desempenho que representam conjuntos de características críticas para a qualidade.

É importante salientar aqui a necessidade de que os SMD's sejam dinâmicos para assegurarem que os ganhos decorrentes do PQSS sejam mantidos, e para que os indicadores de desempenho permaneçam pertinentes e continuem a refletir os assuntos mais relevantes para o negócio (BITITCI et al., 2000; KENNERLEY & NEELY, 2002).



Fonte: Elaborado pela autora. A representação do SMD multidimensional foi adaptada de NEELY et al. (1995).

**FIGURA 7.3 – O PQSS contribuindo para o aprimoramento do SMD e para o direcionamento dos objetivos estratégicos a partir do uso dos indicadores de desempenho.**

Ainda com relação aos indicadores de desempenho, é interessante observar que, apesar da ênfase em resultados financeiros atribuída ao Seis Sigma, MACDAM & BAILIE (2002) utilizam indicadores como: foco no cliente; melhoria de custo para o produtor; valorização das pessoas; recursos; status dos projetos; economias reais; e padrão sigma. Estes indicadores são, na sua maioria, direcionadores de desempenho e não medidas de resultado financeiro. Parece evidente, portanto, que o Seis Sigma é uma abordagem que não é condizente com o paradigma de gerenciamento do desempenho baseado na contabilidade gerencial.

A lista de indicadores apresentada por EVANS (2004) traz exemplos de indicadores financeiros (*lagging measures*) e indicadores não financeiros (*leading measures*). Tomando como base os indicadores listados pelo autor percebemos facilmente que a implementação dos projetos Seis Sigma demanda mais conhecimento sobre indicadores direcionadores de desempenho do que sobre indicadores financeiros. Estes últimos envolvem comumente: receita; lucro operacional; retorno sobre

investimento (ROI), receita por funcionário; economias com melhoria; valor agregado para funcionário; custos da qualidade; entre outros.

Neste sentido, uma propriedade fundamental dos indicadores não financeiros como direcionadores de desempenho é o fato de que eles são usados como ferramentas estratégicas e, como tal, refletem as estratégias e capacidade da organização, conforme aponta MCADAM & BAILIE (2002).

A Figura 7.3 que é mostrada acima reforça esses pontos, por isso, ela explicita que um dos resultados da implementação dos projetos Seis Sigma é o direcionamento do desempenho (projetos Seis Sigma servem como direcionadores de desempenho).

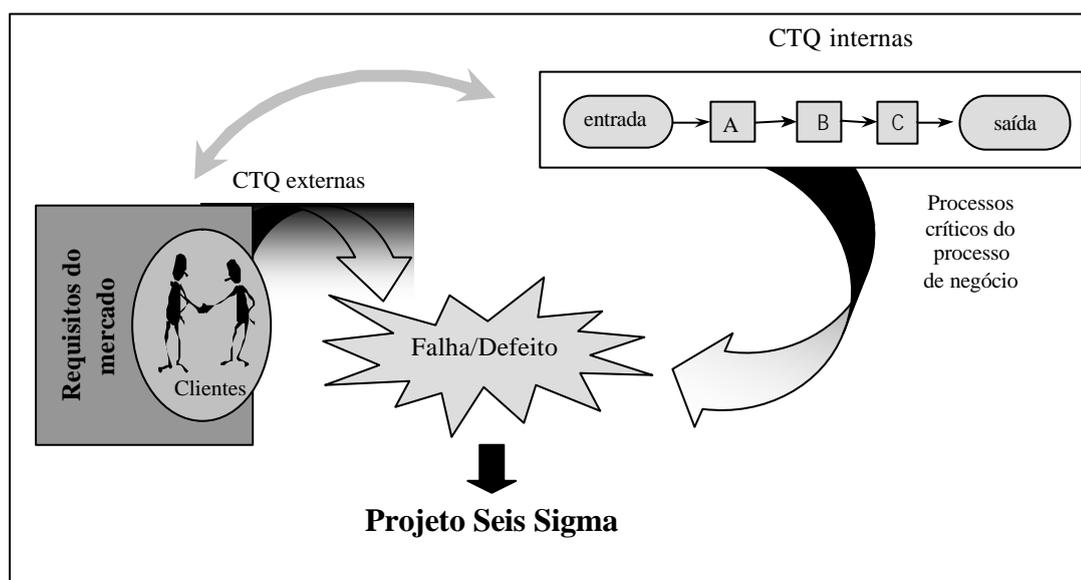
Ainda neste contexto, é importante lembrar que a implementação de um projeto Seis Sigma compreende boa parte da aplicação de conhecimentos de Estatística (pensamento estatístico, métodos e técnicas) aliada a uma harmoniosa integração do gerenciamento por processo e por diretrizes que prioriza o foco nos clientes, nos processos críticos e nos resultados financeiros da empresa.

No que tange o desenvolvimento dos projetos Seis Sigma, os critérios para definição devem comportar dois pontos principais: as características críticas para a qualidade externas (CTQext), que representam o que é crítico para a organização com respeito aos requisitos do mercado e as características críticas para qualidade internas (CTQint), que estão intimamente relacionadas aos processos críticos do processo de negócio. O conhecimento desses dois pontos pode conduzir as ações sistemáticas que irão reduzir os defeitos que afetam o que é importante para os clientes.

Cabe ressaltar que uma característica crítica para qualidade (CTQ) representa características do produto ou serviço que são definidas pelo cliente (interno e externo), e que geralmente resultam da quantificação de um requisito importante e crítico aos olhos do cliente. Por isso, as CTQ's estão relacionadas à qualidade do produto ou serviço prestado representando um requisito de desempenho possível de ser mensurável. Isto significa dizer que uma CTQ pode afetar um ou mais indicadores de desempenho. E mais, que um indicador pode sintetizar um conjunto de CTQ's que são importantes para a identificação dos processos críticos.

Conforme apontam CORONADO & ANTONY (2002), a formulação de um projeto Seis Sigma deve contribuir para ajudar a organização a melhorar sua

vantagem competitiva, aumentar a lucratividade do negócio, reduzir o tempo de ciclo do processo, elevar a eficiência, entre outras contribuições. Mas, ressalte-se aqui que para se conseguir essa vantagem competitiva é preciso ter em mente qual é o processo crítico, cujo desempenho carece de melhoria e, sobretudo, qual é a “falha” apontada pelo cliente, a qual se pretende corrigir, para melhor satisfazê-lo. Nem sempre isso é tarefa fácil, e talvez venha daí a dificuldade de se conseguir identificar projetos que agreguem valor aos olhos do cliente. A Figura 7.4 ilustra essas idéias quando mostra que um projeto Seis Sigma nasce do reconhecimento de uma falha ou defeito que é identificada não apenas com base nas CTQ’s externas que trazem informações dos requisitos do mercado (clientes), como também das CTQ’s internas, aquelas que são representativas dos processos críticos do processo de negócio.



Fonte: Elaborado pela autora

**FIGURA 7.4 – CTQ’s influenciando a definição dos projetos Seis Sigma**

Como mencionado, as CTQ’s podem representar um requisito de desempenho que pode ser mensurável. Por exemplo, valor dos índices de capacidade  $C_p$  e  $C_{pk}$ , taxa de defeitos, custo da não qualidade, percentual de refugo, tempo de parada de máquinas, e número de reclamações de clientes são algumas das métricas de desempenho usadas pelas companhias como motivação para o desenvolvimento de

projetos Seis Sigma (ANTONY & BANUELAS, 2002). Todavia, é importante frisar que estes projetos visam atacar problemas crônicos relacionados com tais métricas, o que implica em buscar soluções definitivas para tais problemas.

De acordo com os resultados apurados nos estudos de caso descritos e discutidos nos Capítulos 5 e 6, os projetos Seis Sigma estão associados ao grau de dificuldade de solução dos problemas; à necessidade de encontrar uma solução definitiva para uma causa de variação que possa significar uma oportunidade concreta de melhoria; à valorização do impacto no cliente; e, de um modo mais amplo, estão associados a uma visão sistêmica dos processos produtivos.

Assim, um conjunto de CTQ's envolvido na elaboração e implementação do projeto Seis Sigma pode impactar uma ou mais dimensões (categorias ou perspectivas) do SMD. Além disso, pode proporcionar uma maior integração entre as diversas operações inseridas em cada uma das múltiplas dimensões do sistema. Isto é um forte indicativo de que o entendimento desse inter-relacionamento entre CTQ e indicadores de desempenho faz com que a implementação dos projetos Seis Sigma contribui não só para o aprimoramento do SMD, como também para um melhor direcionamento das múltiplas dimensões do sistema, pois as CTQ's compõem o escopo do projeto Seis Sigma, sendo este concebido a partir do uso da informação dos indicadores de desempenho caracterizados pelas CTQ's.

Os estudos de caso realizados no desenvolvimento desta tese com as quatro transnacionais revelaram similaridades com respeito à inter-relação entre a MD e Seis Sigma. Um dos principais aspectos salientados pelos BB's acerca dessa relação se refere à infra-estrutura necessária para gerenciar o PQSS. Sendo assim, uma das ações imprescindíveis para gerenciar o PQSS é desenvolver um sistema de informação para controlar os resultados da implementação do programa. Este sistema normalmente fica inserido em alguma dimensão do SMD multidimensional.

O sistema de informação que é criado para auxiliar no gerenciamento do PQSS conjuga indicadores financeiros e não-financeiros e funciona como um sistema de medição de desempenho do Seis Sigma. Dentre algumas métricas de desempenho empregados constam: número de projetos iniciados; posição (*status*) dos projetos; número de pessoas treinadas; número de pessoas certificadas; economias alcançadas; número de horas extras economizadas; número de projetos concluídos; entre outros.

Estas métricas permitem uma melhor avaliação não somente do sucesso do PQSS como também do seu alinhamento com a estratégia.

Recuperando os dados já expostos nas Tabelas 6.5 e 6.7 sobre como TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ usam os indicadores de desempenho, percebe-se que houve um investimento alto no desenvolvimento da infra-estrutura para gerenciamento do PQSS. Nas quatro organizações existe um sistema corporativo, implantado na intranet para operar via *Web*, que foi desenvolvido para acompanhar e controlar a implementação do PQSS, mais especificamente, dos projetos Seis Sigma. O *Power Steering* na TTFix, o Repositório Mundial de Projetos e Resultados na FASTCARD, o *Fox Business System* na FOX-Truck e o Portifolio na DQ são sistemas de informações corporativos que compõem parte da infra-estrutura para gerenciamento do PQSS nestas transnacionais.

As evidências da pesquisa empírica sugerem que, através da visão de gerenciamento que proporcionam estes sistemas, a corporação garante o alinhamento estratégico do programa. Além disso, ela assegura a padronização de procedimentos de controle em todos os segmentos de negócios e em todas as unidades, para todas as pessoas envolvidas com o Seis Sigma.

Conforme mencionado em entrevista com BB, o Repositório Mundial de Projetos e Resultados da FASTCARD é uma fonte rica em informações documentais sobre os projetos implantados e em andamento. Ele auxilia na troca de informações e interação entre BB's que atuam em mercados distintos, mas que eventualmente enfrentam problemas similares. Além disso, dá visibilidade para o trabalho dos BB's, inclusive aumentando o reconhecimento de sua qualificação.

Quanto ao direcionamento dos projetos Seis Sigma, não houve dúvida sobre o fato de esses projetos impactarem os alavancadores de negócio. Os indicativos são de que por serem concebidos desta forma, e por serem controlados em nível do negócio e da corporação, eles podem re-direcionar outros projetos, dependendo do feedback estratégico que possibilitarem. Isto sugere que os resultados decorrentes da implantação dos projetos Seis Sigma sejam direcionadores de desempenho.

Os pontos discutidos até aqui mostram que para as organizações investirem em iniciativas de melhoria da qualidade como o Seis Sigma elas devem dar uma atenção especial para a abrangência do SMD e para o alinhamento estratégico, se

desejarem consistência tanto de tomada de decisão como de ações. Isto reforça a posição de BOURNE et al. (2000), quando assinalam que a falta de alinhamento dos indicadores de desempenho com a estratégia tem sido causa de fracassos das companhias ao tentarem tornar a estratégia formulada em ações concretas.

Como mencionado anteriormente, o uso da informação dos indicadores de desempenho pode direcionar o SMD e não somente controlar a implementação da estratégia. Neste sentido, é importante se reforçar que os resultados da implementação dos projetos Seis Sigma podem: promover a definição de novos objetivos estratégicos; direcionar outros projetos; e, ainda, auxiliar para um melhor controle da implementação da estratégia organizacional, a fim de garantir um avanço na qualidade dos critérios utilizados para identificação dos indicadores de desempenho relevantes para compor o SMD multidimensional.

## **7.5 Relevância do Pensamento Estatístico na Implementação do PQSS**

No contexto gerencial, os elementos centrais do pensamento estatístico estão intimamente associados à obtenção e forma de utilização das informações. Quando SNEE (1990) destaca a redução de variação, a eliminação de causas comuns e especiais de variação, a consistência de propósito e a robustez como elementos essenciais do pensamento estatístico, deve-se considerar que o gerenciamento das informações sobre cada um desses elementos é, sem dúvida, o fator de diferenciação entre administradores conscientes ou não sobre os fundamentos conceituais do pensamento estatístico.

Desde os anos 80, o uso de métodos estatísticos vem sendo recomendado como um recurso para o aprimoramento gerencial. Na interpretação de Deming, gerentes e administradores deveriam se concentrar no "como" a organização fornece produtos e serviços aos seus clientes, ao invés de ficarem obsessivamente preocupados com os resultados financeiros e com o controle gerencial.

Em seu discurso, dirigido aos gerentes seniores, Deming era enfático em afirmar que eles deveriam assumir a responsabilidade de gerenciar os meios, e não somente as medidas de desempenho relativas ao controle contábil. Em suas considerações, por vezes Deming salientou que o objetivo do administrador de um sistema é o de otimizar o sistema como um todo, a fim de proporcionar a satisfação dos

*stakeholders*. Para isso, seria necessário compreender os elementos da teoria da variabilidade, incluindo o entendimento do que é um sistema estável e também da diferenciação entre causas comuns e causas especiais de variação.

Como se pode perceber, produzir dados que gerem informações confiáveis e relevantes e que dêem suporte à tomada de decisão é uma condição primária na visão moderna do gerenciamento da qualidade em qualquer ambiente organizacional. Nas organizações que adotam o Seis Sigma, a redução da variação, a medição e a coleta de dados configuram um princípio básico para o sucesso do PQSS. Vale lembrar que o Seis Sigma surgiu da necessidade de melhorar a qualidade e que a principal causa de problemas com a qualidade é a variação.

Partindo do pressuposto de que o objeto de estudo da Estatística é a variabilidade e que, sendo assim, existe um leque amplo de possibilidades de aplicações dos conceitos fundamentais da Estatística, o pensamento estatístico é entendido e reconhecido aqui como um aspecto primário para a organização. Assim como a Matemática é a linguagem da Ciência, a Estatística é a linguagem do método científico, pois ela prioriza a quantificação da incerteza, a busca disciplinada e eficiente do controle e melhoria dos processos, e a efetiva comunicação da informação.

Apesar da grande ênfase na redução da variação, a literatura que trata sobre o PQSS pouco menciona a necessidade do pensamento estatístico como parte integrante da estrutura de implementação do PQSS. São poucos os trabalhos que mencionam sua importância e o apresentam como um tópico primordial para o sucesso do PQSS. Com mais frequência encontram-se estudos que salientam o significado estatístico do Seis Sigma, juntamente com um enfoque dirigido para a aplicação dos métodos que compõem a metodologia Seis Sigma (estimação; teste de hipóteses; regressão simples e múltipla; DOE; CEP, entre outros), ou mesmo, descrições das práticas empregadas pelas organizações. BAJARIA (1999) menciona este aspecto como uma falha nas discussões sobre o tema. Esta tendência talvez tenda a diminuir, haja vista que é crescente o número de publicações no sentido de valorizar a aplicação e uso efetivo do pensamento estatístico em ambientes industriais.

De fato, como já salientou GOH (2002), no Seis Sigma o pensamento estatístico é usado para integrar as ferramentas estatísticas e gerenciais que visam a melhoria da qualidade, uma vez que é uma abordagem focada no cliente. Já num

trabalho publicado recentemente, GOH & XIE (2004) abordam superficialmente a prevalência do pensamento estatístico no Seis Sigma. Eles o consideram como um fator que aumenta o valor da tomada de decisão.

A priorização do foco em processos, o entendimento da variação e o uso de dados para subsidiar ações devem ser entendidos como componentes-chaves nas atividades diárias de gerenciamento de processos (HARE et al., 1995). Neste sentido, a tomada de decisão como reflexo das ações gerenciais baseadas em dados é valorizada e enriquecida de subsídios mais consistentes. No Seis Sigma essa postura gerencial é fortemente enfatizada. Para exemplificar, veja a lista de itens que é mostrado na Tabela 7.1. Ela resume um conjunto de ações que podem ser aprimoradas com a aplicação do pensamento estatístico.

Alguns dos itens listados no Tabela 7.1 refletem a influência do pensamento estatístico em ações relacionadas a processos estratégicos, gerenciais e operacionais. Como as organizações são, em geral, divididas em três níveis de atividades (nível estratégico, nível gerencial/tático e nível operacional), em cada um destes níveis o pensamento estatístico pode ser aplicado com características um tanto quanto distintas. O nível estratégico tende a fazer um uso mais conceitual das idéias subjacentes do pensamento estatístico; o nível gerencial cuidará da utilização do pensamento estatístico com ênfase na execução e no gerenciamento dos meios que possibilitam alcançar os objetivos estratégicos, principalmente para que as atividades do nível operacional estejam em harmonia com a orientação estratégica.

A aplicação do pensamento estatístico em todos os níveis hierárquicos de atividades contribui para a criação e disseminação de uma gramática comum de comunicação, a qual favorece o alinhamento estratégico, a integração e a mudança de cultura organizacional; dimensões estratégicas que compõem a espinha dorsal da implementação do PQSS. Além do mais, estas dimensões facilitam e aceleram a transformação decorrente da implementação do PQSS. Assim, à medida que o pensamento estatístico é disseminado em todos os níveis de atividades, o aumento da qualidade vem como consequência de ações com consistência de propósito e associadas a uma mudança de cultura organizacional.

TABELA 7.1 – Algumas ações que podem ser aprimoradas com o pensamento estatístico.

Nível Hierárquico	Ações aprimoradas
<b>Estratégico</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criação de medidas que permitam uma melhor avaliação do desempenho do negócio sob a óptica dos sócios, clientes, pessoas, sociedade e parceiros.</li> <li>2. Fixação de metas</li> <li>3. Constância de propósito</li> <li>4. Avaliação das tendências competitivas por meio de um melhor planejamento, coleta de dados, modelagem e análise.</li> <li>5. Desenvolvimento de formatos apropriados para mostrar a posição dos principais indicadores de desempenho para a diretoria</li> </ol>
<b>Gerencial</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Criação de métricas de desempenho que reflitam a eficiência e eficácia das atividades</li> <li>2. Quebra de barreiras inter-funcionais, por meio de uma linguagem comum</li> <li>3. Desenvolvimento de modelos preditivos para avaliar as flutuações de mercado que afetam os indicadores de desempenho do negócio</li> <li>4. Estimular o trabalho em equipe visando reduzir as fontes de variação sobre as atividades das pessoas</li> <li>5. Tomada de decisões baseada em fatos e dados</li> <li>6. Aumento da robustez no gerenciamento</li> <li>7. Assegurar uma efetiva apresentação das informações gerenciais para que a informação seja recebida e interpretada da forma correta, auxiliando sobre quando e qual ação deve ser tomada.</li> </ol>
<b>Operacional</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melhoria contínua dos processos internos</li> <li>2. Redução das fontes de variabilidade nos processos administrativos e de manufatura</li> <li>3. Padronização das atividades e procedimentos</li> <li>4. Estimular a quantificação da incerteza</li> <li>5. Registros, coleta de dados, análise e apresentação apropriada das informações sobre os processos administrativos e de manufatura.</li> </ol>

Fonte: Baseado nos artigos de SNEE (1990) e de DRANSFIELD et al. (1999).

De fato, a disseminação da cultura por meio dos princípios do pensamento estatístico acelera a diminuição da resistência à utilização dos métodos estatísticos imprescindíveis para aplicação da metodologia sistematizada que aumenta a qualidade dos processos, reduzindo defeitos, erros e falhas e otimizando os processos e suas saídas. Observe que esses argumentos são respaldados por ANTONY (2004), quando comenta que o pensamento estatístico pode ser usado para se criar uma cultura que deve ser difundida para todos os funcionários da organização que esteja engajada na implementação do PQSS.

Um dos pontos que podem comprometer a evolução da implementação do PQSS é a resistência das pessoas em assimilar, aceitar e efetivamente compreender o significado do pensamento estatístico, pois, elas podem se caracterizar numa das maiores barreiras dentro da organização para a consolidação do PQSS. Ocorre que,

apesar de vários profissionais utilizarem técnicas e métodos estatísticos, muitas vezes eles não têm claro o significado do pensamento estatístico, nem mesmo de que modo ele pode ser disseminado entre as pessoas, ou até de que forma ele pode contribuir para os diversos processos decisórios que afetam a organização como um todo.

Sendo assim, o sucesso da implementação dos projetos Seis Sigma e, conseqüentemente, do PQSS é acelerado quando a organização dispõe de um grupo de pessoas conscientes das metas de curto, médio e longo prazos; de como as ações individuais contribuem para a realização dos objetivos estratégicos; do impacto causado por se negligenciar ou desconhecer os conceitos afetados pela variação e, sobretudo, da necessidade de integração e de alinhamento estratégico.

Neste sentido, a valorização do pensamento estatístico pode garantir a existência de uma gramática comum que, quando compartilhada por todos os funcionários, contribui para acelerar a implementação do PQSS, à medida que facilita a comunicação da estratégia, não apenas como retórica, mas também como identidade (ATTADIA, 2004). É importante salientar, que se este compartilhamento ocorre, há um impacto direto na base de sucesso do negócio, isto é, na qualidade, na produtividade e na redução de custo.

Pelos subsídios práticos decorrentes dos estudos de caso, percebe-se que nas organizações há mais ênfase na aplicação das técnicas e métodos estatísticos no contexto de melhoria de produtos, processos, serviços e pessoas do que na formalização conceitual do pensamento estatístico.

Embora o aprendizado das técnicas e métodos venha sendo priorizado nas três organizações pesquisadas visando dar condições para a implementação do PQSS, o nível de desconhecimento e a baixa compreensão das pessoas sobre como raciocinar estatisticamente podem de certa forma comprometer o sucesso da implementação. Ocorre que ainda há um desconhecimento significativo sobre a existência de fundamentos mais elementares sobre o uso da Estatística, principalmente, considerando que essa fundamentação pode ser aplicada independentemente da necessidade de realização de uma análise estatística mais elaborada antes de se tomar decisões.

As entrevistas semi-estruturadas realizadas com os BB's no desenvolvimento dos estudos de caso assinalaram a aplicação do pensamento estatístico

como um dos tópicos menos familiares para os BB's entrevistados, dentre os assuntos cobertos na entrevista. Este indicativo ficou demonstrado pela insegurança que tiveram ao tratar o assunto.

Surpreendentemente, mesmo valorizando o potencial das ferramentas estatísticas para resolução de problemas cuja causa não tem um diagnóstico definido, a visão predominantemente operacional dos BB's sobre uso da Estatística se mostrou limitada. É interessante notar que os mesmos BB's dizem conhecer e ter domínio dos softwares estatísticos e das funcionalidades necessárias para atender os requisitos da maioria dos projetos que são propostos.

Os estudos de caso revelaram uma falha na preparação dos BB's quanto à formalização dos conceitos que norteiam o pensamento estatístico. Isto não significa que esta falta de formalização esteja comprometendo o sucesso da implementação do PQSS. Parece que não. Mas, é possível perceber claramente que este é um aspecto ainda não percebido pelos gestores que pode estar retardando a disseminação da cultura Seis Sigma dentro da organização. A pouca importância dada pelos BB's para a formalização dos conceitos que norteiam o pensamento estatístico pode ser um sinal de sua falta de conhecimento sobre os princípios que propomos aqui. São eles:

- Medir e coletar dados sobre processo desde que sejam necessários e suficientes para suportar decisões;
- Analisar as fontes de variação que afetam processos, pessoas, materiais, métodos, máquinas e ambiente;
- Procurar a simplicidade sem ignorar a existência de variabilidade;
- Desenvolver e conscientizar as pessoas;
- Buscar a melhoria contínua e a perfeição;
- Aumentar a credibilidade das informações.

Os princípios ora propostos consistem num recurso de suporte para a tomada de decisão em todos os níveis de atividade. Eles podem ser empregados em qualquer organização independente de seu porte ou de sua estrutura organizacional. Portanto, não são apenas as organizações envolvidas com o Seis Sigma que poderão aplicá-los. Na verdade, no Seis Sigma eles podem ser considerados importantes catalisadores da mudança de cultura e da aprendizagem, facilitando e acelerando a obtenção de resultados.

Nos casos das empresas TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ, quatro grandes corporações em seus setores de mercado, os dados obtidos dão evidências de que a aplicação do pensamento estatístico pode estar em total consonância com os propósitos do Seis Sigma em cada uma delas, podendo acelerar o sucesso da implementação do PQSS.

Tratando-se mais especificamente da TTFix e da FOX-Truck, as quais trazem como um dos pilares da infra-estrutura de implantação do PQSS a ênfase nos princípios e ferramentas de *lean manufacturing*, este assunto se torna ainda mais relevante, desde que se observe que a eliminação de desperdícios pode ser introduzida e apresentada às pessoas como estratégia de redução de variabilidade e de geração de economias significativas.

Considerando a orientação estratégica de cada uma dessas organizações, fica evidente que para vencerem as inúmeras incertezas no ambiente de negócios da atualidade, e para sobreviverem e elevarem seu potencial competitivo as organizações precisam incorporar iniciativas que promovam o aumento do desempenho e da aprendizagem organizacional. Logo, como o pensamento estatístico ajuda a encontrar oportunidades de melhoria. Uma vez que age em sinergia com os métodos estatísticos para alcançar essa melhoria, reduzindo variabilidade em todas as atividades, sua aplicação causa um impacto direto na definição das condições competitivas da organização.

A análise dos estudos de caso indica que a melhoria do desempenho organizacional é um objetivo estratégico atrelado aos investimentos no Seis Sigma que é comum entre as organizações estudadas aqui. Seja este objetivo atingido por meio de maiores benefícios para os clientes, seja pela redução de custo e desperdício, seja pelas melhores condições competitivas ou pela inovação. O fato é que aplicar métodos

estatísticos não é suficiente para garantir o sucesso da implementação dos projetos que são alinhados com tais objetivos, e nem para permitir a mudança de cultura esperados com a implementação do PQSS. Por isso, o pensamento estatístico está sendo incorporado no Modelo de Referência como um componente essencial para o sucesso do Seis Sigma, ou seja, como um dos parâmetros do modelo de importante relevância.

## **7.6 Aplicação da Metodologia Sistematizada Seis Sigma**

O fato de o Seis Sigma ter ganhado publicidade junto ao meio empresarial tornou os métodos estatísticos mais valorizados e visíveis no cenário industrial, especialmente, pelas grandes organizações. Como um resultado positivo da repercussão do Seis Sigma, a contribuição da Estatística como uma estratégia de melhoria eficaz passou a ser revista.

Já há décadas que a utilização dos métodos estatísticos como um recurso potente para resolução de problemas relativos à melhoria da qualidade de produtos, serviços e processos é um assunto amplamente discutido na literatura que trata do Controle da Qualidade.

Alguns projetos de melhoria da qualidade desenvolvidos com propósito de buscar evidências para explicar as variações anormais<sup>27</sup> que ocorrem nos processos podem ser considerados como investigação empírica de certos fenômenos relacionados a esses processos. Mas, essa busca por evidências parte de algumas conjecturas que quando testadas podem ou não serem asseguradas pelas evidências resultantes da análise dos dados decorrentes da observação destes fenômenos. Não se pode ignorar que a credibilidade das evidências estatísticas depende da utilização de procedimentos apropriados para que possam refletir o mais fielmente possível a situação real do fenômeno de interesse.

BOX & LIU (1999) defendem a utilização de métodos estatísticos no contexto da investigação empírica para promover melhoria da qualidade, e se referem à Estatística como “um catalisador para aprendizagem por método científico”. DE MAST (2004) denomina as estratégias de melhoria da qualidade, baseadas na metodologia estatística, como estratégias estatísticas de melhoria, as quais incluem dois objetivos

---

<sup>27</sup> Fora de padrão; irregularidade.

principais:

- *Tentar identificar oportunidades de melhoria, descobrindo relações causais no processo entre características da qualidade e fatores de influência;*
- *Testar hipóteses de relacionamento entre características da qualidade e fatores de influência usando dados empíricos.*

Da forma explicitada, estes dois objetivos combinam a melhoria da qualidade e o método estatístico.

Tanto para identificar oportunidades de melhoria como para testar hipóteses, é preciso considerar a necessidade da definição de uma série coerente de conceitos, de passos, de regras metodológicas e de ferramentas que direcionam as pessoas mais diretamente envolvidas com as atividades de melhoria a elevarem os níveis de qualidade de processo, produtos e serviços a patamares ainda não alcançados.

A medição procura dar condições para se descrever e compreender o desempenho dos processos ao longo do tempo, tornando sem sentido a coleta de dados a esmo, sem objetivo de análise e sem propósitos de geração de informação para tomada de decisão.

A análise dos dados sobre a melhoria de processo requer um conjunto apropriado de técnicas estatísticas que auxiliam gerentes, e demais profissionais ligados à produção, a compreenderem melhor os fatores que impactam tanto os processos como seus resultados ao longo do tempo. Isto significa dizer que os métodos e técnicas estatísticas são necessários em três circunstâncias basicamente: (a) para determinar se certas variações nos processos ocorrem mesmo quando monitoradas; (b) para determinar mudanças nos valores dos parâmetros de processo; e (c) para identificar fatores que influenciam características do processo.

Na fundamentação teórica da metodologia Seis Sigma é imprescindível que se tenha visão sobre como o uso dos métodos estatísticos pode contribuir para que os objetivos estratégicos sejam concretizados. Isto significa dizer que, dependendo de quão apurada se torna esta visão, mais fácil é estabelecer critérios mais eficazes para se escolher quais métodos e técnicas devem ser usados na implementação dos projetos Seis

Sigma.

Assim sendo, no tópico seguinte mostraremos certos aspectos teóricos que, se melhor explorados pelas organizações, podem aprimorar a eficiência dos critérios de escolha de métodos e técnicas para controle de processos.

### **7.6.1. Critérios para escolha dos métodos e técnicas aplicados na implementação dos projetos Seis Sigma**

No contexto da implementação de um projeto Seis Sigma o estudo da aplicabilidade pode ser um recurso relevante, não apenas para a melhoria de desempenho dos processos produtivos, como também dos processos de negócios.

Embora muitas das ferramentas para diagnóstico e melhoria da qualidade que também são utilizadas no DMAIC já estejam bem conhecidas na literatura e difundidas nos ambientes de manufatura, ainda se presencia muitos problemas no que diz respeito ao conhecimento da aplicabilidade das ferramentas (SCHIPPERS, 2000).

Aspectos relacionados ao nível de profundidade com que as ferramentas são estudadas e à variedade de programas (softwares estatísticos) desenvolvidos para aplicá-las mostra que mais atenção é dada para a questão metodológica; ficando de lado uma discussão mais detalhada sobre a finalidade das ferramentas, ou seja, sobre quais são as funções delas. Tal fato faz com que não haja uma seleção coerente das funções das ferramentas da qualidade empregadas pelos usuários. No PQSS, por exemplo, os BB's devem estar preparados o suficiente para orientar os GB's e demais funcionários sobre essa seleção criteriosa e coerente.

A fim de se criar um mecanismo alternativo para uma escolha mais apropriada sobre o uso das ferramentas, SCHIPPERS (2000) elaborou uma estrutura funcional que priorizou cinco pontos fundamentais:

- (1) As funções permitem a determinação da necessidade de se aplicar certa ferramenta;
- (2) Funções facilitam o entendimento de quando e porque uma ferramenta é aplicável;
- (3) Funções dão um melhor entendimento de qual ferramenta pode ser empregada de forma alternativa na execução de uma função;

- (4) Nem todas as atividades relevantes para controlar e melhorar processos são cobertas pelas ferramentas formais. Observar a funcionalidade das técnicas pode ser mais apropriado para se ter uma visão mais ampla da aplicabilidade;
- (5) Funções dão uma melhor compreensão das relações entre as ferramentas, possibilitando uma maior integração multidisciplinar entre elas.

A estrutura funcional tem por fim auxiliar a fazer um uso mais efetivo das ferramentas existentes, bem como determinar se novas ferramentas ou técnicas são essencialmente novas, ou mesmo se são semelhantes às já existentes.

Na experiência descrita por SCHIPPERS (2000) a escolha de funções relevantes não obedece a um critério único nas práticas organizacionais. Na verdade, o que define essas escolhas são os fatores de contingência. Tais fatores influenciam a seleção das ferramentas de duas maneiras. Primeiro, avaliando a possibilidade de se usar uma ferramenta numa situação específica. Então, os fatores de contingência são denominados limitações. Segundo, determinando a necessidade de cumprimento de certa função. Neste caso, denominados estímulos. Ambos determinam se uma ferramenta é aplicável numa situação particular.

Um modelo de aplicabilidade tem como propósito fornecer subsídios para a escolha apropriada de um conjunto de ferramentas para melhoria ou controle de processos de produção. A idéia central contempla quatro pontos principais: **(1) determinar as funções relevantes; (2) selecionar as ferramentas adequadas; (3) definir as relações entre técnicas; e (4) determinar a metodologia.**

Seguir estes quatro passos significa usar um algoritmo que facilita a escolha das ferramentas que podem ser aplicadas na implementação de um projeto de melhoria. No caso do Seis Sigma já há um método prescritivo que estabelece a seqüência de etapas a seguir. Entretanto, o enfoque não é necessariamente o de analisar as funções das ferramentas aplicáveis em cada etapa da implementação de um projeto Seis Sigma.

Do ponto de vista técnico, a construção de um modelo de aplicabilidade destina-se, essencialmente, a estabelecer uma estrutura funcional que auxilie na determinação de quais ferramentas e atividades voltadas para melhoria da qualidade

seriam mais apropriadas em cada fase dos ciclos DMAIC ou DMADV.

Vale observar, que a implementação de um projeto Seis Sigma requer atenção para a dinâmica que rodeia os fatores de contingência, pois é a partir de seu conhecimento que as diretrizes são estabelecidas com intuito de se fazer melhor uso dos recursos metodológicos recorrendo ao suporte oferecido pela estrutura funcional.

Ao estender o modelo de aplicabilidade proposto por SCHIPPERS (2000), quanto à identificação dos fatores de contingência, percebe-se que os fatores de contingência podem ser originados de fatores internos e externos que caracterizam uma estrutura funcional que leva em conta limitações internas, limitações externas, estímulos internos e estímulos externos.

No detalhamento dos fatores de contingência três dimensões são de interesse principal para o entendimento do sucesso da implementação de uma ferramenta: a primeira trata da definição de quais fatores serão definidos como limitações ou estímulos; a segunda dimensão está mais ligada a uma questão de direcionamento, ou seja, se os fatores considerados representam mais fatores técnicos relativos aos processos e produtos, ou se estão mais direcionados aos aspectos críticos relativos às pessoas, gerência e procedimentos (fatores organizacionais); e a terceira dimensão está relacionada à facilidade de mudança que o fator pode proporcionar.

A Tabela 7.2 traz algumas das limitações e estímulos que afetam a implementação de um projeto Seis Sigma.

Vale ressaltar, que essa identificação dos fatores de contingência, em limitações ou estímulos, pode contemplar tópicos que estejam correlacionados, ou mesmo, que num momento sejam limitações e, em outros, sejam identificados como estímulos. Estas ocorrências dependerão de aspectos mais específicos relativos ao tipo de organização; ao escopo do projeto Seis Sigma que está sendo implementado; às características do sistema de produção da empresa; e ao estágio de maturidade da organização quanto ao PQSS.

O esquema ilustrativo que resume parte da lógica estrutural do modelo de aplicabilidade está apresentado na Figura 7.5. Esta figura ilustra, de forma global, a idéia do modelo de aplicabilidade para funções aplicadas ao DMAIC.

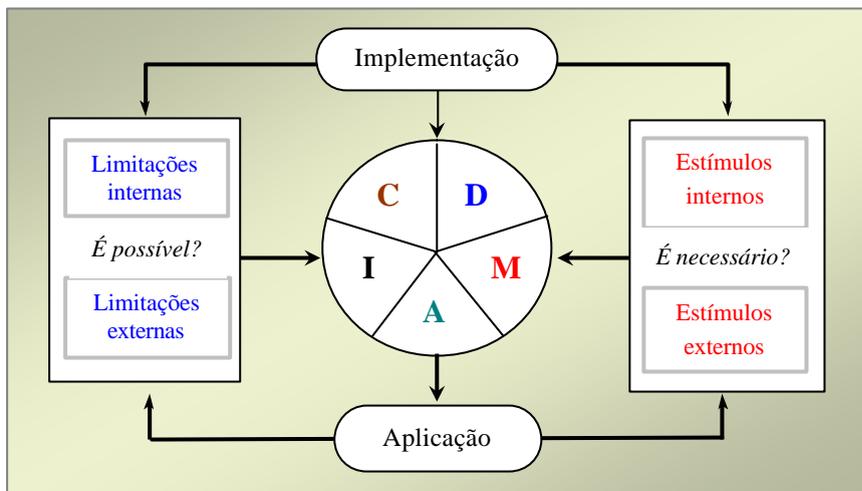
Da forma como foi concebida a metodologia, no DMAIC, entre a fase de medição e análise é dada maior ênfase nas ferramentas e atividades para **caracterização**

**dos processos** e, entre as etapas de melhoria e controle, prioriza-se as ferramentas e atividades para **otimização dos processos**.

TABELA 7.2 – Fatores de contingência, caracterizados por limitações e estímulos internos e externos, que podem afetar o sucesso da implementação de um projeto Seis Sigma.

<b>Fatores de contingência</b>	<b>Direcionamento</b>	<b>Limitações</b>	<b>Estímulos</b>
Internos	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ineficiência dos processos produtivos;</li> <li>- Tempo de ciclo de produtos/serviços;</li> <li>- Falta de visualização de resultados;</li> <li>- Base de dados inconsistente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetos pilotos bem sucedidos;</li> <li>- Serviço de atendimento ao cliente;</li> <li>- Benefícios financeiros;</li> <li>- Eliminação de desperdícios;</li> <li>- Perspectiva de melhoria.</li> </ul>
	Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitação técnica das pessoas;</li> <li>- Infra-estrutura organizacional;</li> <li>- Cultura da qualidade da empresa;</li> <li>- Visão da alta gerência;</li> <li>- Falta de estruturação da força de trabalho;</li> <li>- Resistência a novas abordagens;</li> <li>- Falta de alinhamento estratégico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprometimento da liderança;</li> <li>- Trabalho em equipe;</li> <li>- Atividade inter-funcionais.</li> </ul>
Externos	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grau de satisfação dos clientes;</li> <li>- Ciclo de vida do produto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiências bem sucedidas de outras companhias.</li> </ul>
	Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Política com fornecedores/parceiros;</li> <li>- Competitividade;</li> <li>- Aspectos da conjuntura econômica;</li> <li>- Incrementos fiscais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade de inovação;</li> <li>- Pressão do cliente.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora. Baseado no artigo de SCHIPPERS (1998)



Fonte: Elaborado pela autora. Extensão do modelo de SCHIPPERS (2000).

**FIGURA 7.5 – Modelo conceitual de aplicabilidade para funções associadas ao ciclo DMAIC.**

Note que essa visão do DMAIC sintetiza uma sistemática que se inicia com a conscientização, ou seja, com o conhecimento da organização sobre as fontes subjacentes da pressão competitiva (forças macro ambientais e atores micro ambientais), passando por análises passivas e reativas, seguindo para análises pró-ativas e chegando ao monitoramento e à estabilidade. Este movimento cíclico das ações aparentemente interminável configura o propósito da organização de melhorar continuamente.

A aliança entre o uso otimizado das ferramentas estatísticas e o modelo conceitual de aplicabilidade, tanto para caracterização (etapas de definição, medição e análise) como para otimização (melhoria e controle) pode representar um diferencial de garantia de sucesso na implementação dos projetos Seis Sigma.

Sobre a definição dos projetos Seis Sigma, uma implicação que parece evidente é o quanto essa definição dependerá do conhecimento que os gestores e os líderes de equipes têm sobre os processos críticos; o que será uma condicionante da eficiência da implementação dos projetos. Acrescente-se ainda, o alinhamento estratégico, a infra-estrutura organizacional para alcançar as metas definidas estrategicamente, e o aprimoramento técnico da equipe como catalisadores da melhoria

objetivada e das economias decorrentes da redução de falhas, defeitos e variação em produtos e processos.

De um modo geral, o gerenciamento direcionado aos requisitos que causam impacto no cliente está englobado num gerenciamento do conhecimento que a organização tem de si mesma, ou seja, do conhecimento que as gestores e líderes têm dos fatores de contingência que mais afetam a eficiência, eficácia, aprendizagem e os resultados financeiros.

Tratando mais especificamente das técnicas apropriadas para controle de processos, SCHIPPERS (2000) aponta que o entendimento das funções relacionadas a tais técnicas é fundamental para se compreender que, quando uma boa prática é sugerida para implementação, o que se observa em determinados casos é um baixo comprometimento gerencial e uma baixa motivação dos operários, devido a pouca visão que eles têm dos retornos que tal implementação pode trazer em médio e longo prazos; ao mesmo tempo em que fica a dúvida de se esta implementação trará ou não alguma rentabilidade ou lucratividade para o negócio.

O controle estatístico de processos (CEP) é um exemplo de ferramenta de controle que atravessou o século XX sendo motivo de controvérsias e contradições entre pesquisadores da comunidade científica. Apesar da simplicidade com que a teoria foi apresentada durante anos por W. A. Shewhart, o CEP ainda vem sendo utilizado em alguns ambientes de manufatura sem a devida eficiência. Ainda há limitações no sentido de tentar combiná-lo com outra ferramenta da qualidade. No contexto do Seis Sigma essa conceituação obscura atribuída ao CEP é eliminada graças a uma melhor capacitação das pessoas.

Uma outra ferramenta estatística que talvez seja subutilizada é o planejamento de experimentos (DOE). Apesar de ignorada por muitos anos, hoje está sendo explorada com maior ênfase no ambiente industrial, especialmente, com propósitos de estudar meios para se otimizar processos, e para se desenvolver produtos e processos capazes. Os trabalhos de WOODALL (2000), SCHIPPERS (1998), SCHIPPERS (2000) e RIBEIRO & CABRAL (1999) respaldam estas considerações.

Indo um pouco além do comentário de SCHIPPERS (1998) sobre a falta de percepção, de capacitação e de questionamento sobre “como fazer melhor”, consideramos que essas podem ser algumas das razões que, ao serem aliadas ao mau

entendimento das funções, levam ao insucesso da implementação dos projetos Seis Sigma.

Os elementos discutidos nesta seção acerca do PQSS reproduzem uma parte do cenário em que está inserida a gestão da qualidade na atualidade. O baixo grau de comprometimento gerencial e a falta de treinamento que em outras abordagens da qualidade são ditos serem a razão para uma implementação falha pode ser apenas uma camuflagem para a não definição de fatores de contingência relacionados aos tipos de processos e à forma de organização da produção. No Seis Sigma, tais justificativas ficam bem menos convincentes à medida que dados devem traduzir fatos/ocorrências fundamentais de cada etapa dos processos de produção.

Usar o modelo de aplicabilidade pode ser uma alternativa que contribui para melhorar a tomada de decisão em um nível mais operacional da implementação dos projetos Seis Sigma, pois, deixa explícito o interrelacionamento entre os fatores de contingência, as atividades, as ferramentas e a implementação.

À luz do PQSS essa idéia se aplica apropriadamente não apenas considerando fatores de contingência que afetam a seleção e execução dos projetos Seis Sigma, como também o uso das ferramentas que compreendem as etapas do ciclo DMAIC.

No esforço contínuo e disciplinado de se detectar erros antes que eles ocorram e de se reduzir as variações dos processos, a estrutura funcional facilita o entendimento das diversas técnicas, incluindo a aplicação de técnicas não formais para executar estas funções. Entendemos assim, que o bom uso da visão conceitual de aplicabilidade pode constituir um ponto positivo para subsidiar a melhoria da qualidade.

### **7.6.2. A eficiência da metodologia Seis Sigma**

A eficiência da metodologia sistematizada Seis Sigma já foi comprovada por várias organizações de classe mundial como uma iniciativa de melhoria contínua da qualidade dos produtos e serviços. Os resultados da pesquisa de campo dão indicativos a esse respeito, e sinalizam que esta metodologia será aplicada por muito tempo ainda, de acordo com a visão dos BB's entrevistados. Todavia é importante ressaltar que, para que a metodologia seja implementada de forma eficaz, a organização deve desenvolver uma sinergia entre as pessoas a fim de que as mesmas estejam sintonizadas no mínimo

com relação a aspectos como: fundamentação conceitual sobre estatística; extração de conhecimento a partir de dados quantitativos e qualitativos; conhecimento detalhado dos processos; entre outros. Somente assim, a melhoria de desempenho almejada será realmente atingida.

Parece óbvio que a aplicação de parte ou mesmo de todo o conjunto de métodos e técnicas que compõem a metodologia Seis Sigma não está estritamente vinculada à implementação do PQSS na organização. Isto significa dizer que a aplicação da metodologia, apenas, não traz as vantagens do programa. A força do apoio gerencial e do comprometimento dos gestores e da equipe talvez sejam os grandes *capacitadores* da aplicação dos métodos científicos nesse caso.

Um dos pontos reforçados nos estudos de caso realizados com a TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ, e que deve ficar claro, é que não é a aplicação da metodologia Seis Sigma que caracteriza a existência do programa. De acordo com os depoimentos dos BB's, o PQSS requer planejamento, investimentos financeiros, gerenciamento eficaz, recursos tecnológicos que suportem a medição, coleta e análise de dados e, principalmente, comprometimento, para que as ações de melhoria efetivamente possibilitem um incremento significativo no desempenho organizacional. Para tanto, uma diretriz estratégica *top-down* estabelece a interação da organização com o ambiente, ao mesmo tempo em que promove a elevação da eficiência e da eficácia dos vários processos internos que envolvem a produção de um produto ou serviço. A aplicação da metodologia garante uma parte da operacionalização da obtenção de resultados seguindo essa diretriz.

Ainda sobre a metodologia, um outro indicativo dos estudos de caso é que a posição de mercado e os desafios competitivos que a organização enfrenta influenciam no grau de exigência sobre os resultados da implementação dos projetos Seis Sigma. O padrão sigma que é uma das formas de se quantificar os resultados decorrentes da aplicação da metodologia não é utilizado como um referencial qualitativo na prática da FOX-Truck, por exemplo, embora seja quantificado para diversos processos. A justificativa é que na indústria automotiva, atualmente, seria muito difícil o cliente pagar por um nível de qualidade de padrão  $6\sigma$ . Neste sentido, a aplicação da metodologia não busca a ausência de defeitos, mas sim atender o cliente com um padrão de qualidade que suplante a concorrência e não comprometa seu *market*

*share.*

De uma forma geral, nesta seção procuramos mostrar a relevância de se seguir uma metodologia sistematizada e estruturada como meio de garantir, sustentar ou aumentar o potencial competitivo da organização em decorrência da redução da variabilidade e da melhoria da qualidade em processos, produtos e serviços.

## **7.7 Desenvolvimento dos Recursos Humanos**

Já não é mais novidade que o sucesso das organizações modernas se deve, em parte, pelo investimento que é feito nas pessoas, na retenção de conhecimento e no desenvolvimento do capital humano.

Na era do conhecimento, o treinamento, como forma de capacitação contínua das pessoas, acaba sendo um dos pontos-chaves para aumentar o potencial competitivo das organizações.

Seguindo nessa linha, no Seis Sigma, a preocupação com os fatores competitivos não é papel exclusivo da alta administração. A cultura da qualidade Seis Sigma deve ser disseminada, visando fazer com que o modo de pensar sobre qualidade seja compartilhado em todos os níveis de atividades da organização. A capacitação de pessoas é uma forma de reunir colaboradores para que a organização consiga incrementar significativamente o desempenho de seus processos, aumentar o padrão de qualidade de seus produtos de uma forma perceptível pelo cliente e desenvolver seu potencial de aprendizagem.

Assim como qualquer outro ponto-chave para aumentar o potencial competitivo da organização, a formação e capacitação das pessoas englobam ações e decisões estratégicas e operacionais que, em sua grande parte, contribuem substancialmente para que a organização consiga a esperada vantagem competitiva. Definir quais são as ações e decisões corretas nem sempre é tarefa fácil.

Para que uma organização consiga ser uma instituição de aprendizagem contínua, uma condição básica é que ela tenha recursos adequados para desenvolver e aperfeiçoar a capacidade das pessoas de se expressarem e de demonstrarem sua habilidade e criatividade em favor dos objetivos estratégicos e operacionais definidos para o crescimento da organização. Convergingo nesta direção, o Seis Sigma traz o investimento na criação de um grupo de especialistas como um ponto forte e

diferenciado.

É investindo nas potencialidades dessas pessoas, no estímulo à criatividade, na disciplina, motivação, participação e no raciocínio analítico desses especialistas que o Seis Sigma possibilita o crescimento do capital intelectual da organização e consegue abrir novos caminhos para crescer e se fortalecer como uma organização que aprende continuamente (*learning organization*), ou seja, que tem competência para desenvolver, conquistar e transferir conhecimentos (GARVIN, 1993).

Não se pode ignorar que a capacidade criativa e a motivação das pessoas sejam ativos valiosos para qualquer organização, podendo em alguns aspectos ser considerado parte integral da tecnologia da empresa (VALLE, 1996).

Com a crescente preocupação das organizações em agregar valor aos requisitos e necessidades dos clientes, surge inevitavelmente a ênfase em capacitar os recursos humanos. Com isso, aumentam as exigências com relação às qualificações dos profissionais. Ter experiência no controle e gestão de processos; estar envolvido com as necessidades dos clientes; ser capaz de identificar as falhas nos processos e entendê-los; saber interpretar dados; ter habilidade para reconhecer padrões e modelos; conseguir implementar planos de ações para viabilizar essa agregação de valor; entre outros atributos, são requisitos cada vez mais valorizados.

Neste cenário, é possível se vislumbrar novos requisitos de habilitação dos profissionais que atuam mais diretamente com objetivos de melhoria da qualidade, face ao fato que precisarão estar sintonizados com as muitas funções da empresa para estabelecerem parâmetros financeiros e operacionais aos projetos sob sua responsabilidade. Mais ainda, eles deverão estar atentos e preparados para trabalharem com uma vasta base de dados e informações e, para isso, a ampliação do conhecimento deve ser uma prática constante. A forma de atuação do profissional da qualidade passou por uma mudança real e importante nas grandes corporações desde o final do século passado.

ECKES (2001) destaca a capacidade dos líderes da empresa de perceberem a qualidade como um impulsionador para o traçado de objetivos estratégicos como um requisito essencial para o sucesso da implementação do PQSS. E reforça que, para uma organização se tornar funcional por meio do Seis Sigma, ela deve adotar uma abordagem que seja voltada, simultaneamente, para *clientes, processos* e

***funcionários.***

De fato, o sucesso da implementação do PQSS é interdependente do comprometimento inflexível da alta gerência, conforme já mencionaram HAHN et al. (2000) e BLAKESLEE Jr (1999). Este comprometimento deve ser combinado com uma postura disciplinada de tratamento de dados e pela obediência ao alinhamento da estratégia do negócio com a definição, seleção e implementação dos projetos Seis Sigma.

As muitas empresas de consultoria que oferecem cursos de treinamento para formação de especialistas para implementação do PQSS reforçam cada vez mais o discurso sobre o uso apropriado dos métodos estatísticos em nome da melhoria da qualidade, dos ganhos de produtividade e dos resultados financeiros, chamando atenção para o retorno financeiro que pode ser atingido como fruto da formação de pessoas para aplicação da metodologia Seis Sigma. Para verificar essa assertiva basta consultar os diversos *sites* na Internet que divulgam os aspectos mencionados. Inclua-se aí também o convite para os métodos inseridos no *Lean Six Sigma* já comentado anteriormente.

É fato que encorajar a mudança recorrendo à qualificação de pessoas constitui um dos fatores cruciais para o sucesso da implementação dos projetos Seis Sigma, e que é por meio da capacitação sistemática e continuada das pessoas que a proposta de mudança de cultura e aprendizagem inserida no Seis Sigma se concretiza efetivamente.

Uma reflexão parece ser vital para se compreender se é mesmo possível criar uma nova cultura diante de tal dialética, mesmo considerando que o treinamento, tanto inicial como em bases permanentes, é um ingrediente-chave para se construir uma organização que aprende. Sem dúvida que para uma organização instituir uma aprendizagem geral e contínua ela deve: (a) ser uma organização que está constantemente recebendo novas informações e *insights* dos processos, clientes, fornecedores, concorrentes, canais de distribuição e das forças macro ambientais; (b) estar usando esse conhecimento para se tornar receptiva a novas idéias, novos produtos, serviços e melhorias e; (c) que, conjuntamente, mede seu desempenho, quase certamente, está instituindo uma aprendizagem geral e contínua.

Os requisitos destacados acima sugerem que a aprendizagem pode ser proveniente do modo adotado pela organização para se beneficiar da conceituação

envolvida com a abordagem Seis Sigma. É importante considerar que as estratégias adotadas para difusão do Seis Sigma não seguem um padrão fixo entre as organizações, mesmo nos ambientes de manufatura. Assim, é de esperar que os benefícios de longo prazo decorrentes da aprendizagem deverão ser mais significantes, dependendo do quanto a organização consegue se estruturar para que os conceitos, a filosofia e as ferramentas possam ser disseminadas entre as pessoas. Segundo SANDERS & HILD (2000a) as organizações adotam uma dentre três estratégias gerais de desdobramento do Seis Sigma:

- (1) **Organização Seis Sigma**: os conceitos fundamentais e ferramentas que incorporam a metodologia são disseminados para todos na organização;
- (2) **Organização de engenharia Seis Sigma**: enfatiza o treinamento de pessoas e desenvolvimento de projetos para aplicação nas áreas de engenharia mais próximas à produção;
- (3) **Organização que aplica a metodologia Seis Sigma** - indivíduos e projetos estrategicamente selecionados: prioriza projetos complexos que atendam às necessidades e objetivos críticos de um determinado setor ou da organização propriamente.

As diferentes estratégias de desdobramento estão associadas à forma de entendimento que a organização demonstra ter do potencial do Seis Sigma, e do conhecimento que tem sobre sua infra-estrutura e seus recursos para investir numa aplicação mais abrangente do PQSS. Mas, as três estratégias citadas acima apontam também para outras diferenças, as quais afetam os critérios estabelecidos para a capacitação das pessoas e, conseqüentemente, os resultados em termos de aprendizagem.

INGLE & ROE (2001) compararam os programas aplicados pela Motorola e pela General Eletric, precursoras no Seis Sigma, e encontraram divergências quanto ao propósito do treinamento e os critérios para certificação dos MBB's, BB's ou GB's. Os autores destacam que uma metodologia de treinamento correta não deve focar a métrica, mas sim, a missão. Na Tabela 7.3 mostramos alguns aspectos relativos ao treinamento de especialistas para as diferentes estratégias de desdobramento propostas por SANDERS & HILD (2000a).

Tipicamente um curso de treinamento de BB contempla um conjunto de ferramentas que serão aplicadas no DMAIC e outras mais destinadas à melhoria e inovação, que são frequentemente, aplicáveis no DFSS. Na Tabela 7.4 está exposta uma seqüência de tópicos que são abordados durante o treinamento de um BB, distribuídos ao longo de quatro semanas de treinamento.

O conjunto de ferramentas que aparece na Tabela 7.4 normalmente integra os treinamentos de BB's na maioria das organizações. O que mais varia de uma organização para outra são as exigências para certificação dos BB's e a carga horária do curso. Os requisitos variam de acordo com o enfoque dado pela organização com relação ao Seis Sigma.

TABELA 7.3 – Aspectos observados entre as metodologias de treinamento para as diferentes estratégias de implementação do PQSS definidas pelas organizações.

Aspecto	Estratégia de implementação		
	Organização Seis Sigma	Organização de Engenharia Seis Sigma	Organização que aplica Metodologia Seis Sigma
<b>Pessoal Treinado</b>	Todos os funcionários - gerentes seniores - gerentes de área - engenheiros - operadores.	Grande parte do <i>staff</i> de engenheiros - de projeto / produto - de produção / processo.	Indivíduos selecionados estrategicamente para - conduzir projetos direcionados - ser um líder informal.
<b>Conteúdo Abordado no Treinamento</b>	Visão geral; Filosofia e conceitos básicos; Ferramentas e métodos fundamentais; Projeto prático.	Visão geral; Filosofia e conceitos básicos; Ferramentas e métodos fundamentais; Ferramentas avançadas; Projeto prático.	Visão geral; Filosofia e conceitos básicos; Ferramentas e métodos fundamentais e avançados; Métodos específicos e ferramentas necessárias para os projetos; Projeto prático.

Fonte: SANDERS e HILD (2000a)

Segundo as descrições da literatura, algumas organizações priorizam uma meta financeira que deve ser atingida com a implementação dos projetos, enquanto outras priorizam projetos voltados para melhoria da qualidade, que causem impacto no cliente, mas não necessariamente há uma meta financeira a ser atingida; o resultado surge como consequência da melhoria alcançada. Um outro aspecto é o papel de liderança que os BB's exercem dentro da organização. Em algumas organizações o BB

é preparado ao longo do tempo para assumir posições estratégicas e, neste sentido, a implementação dos projetos de responsabilidade dos BB's incorporam uma equipe de trabalho que conta com o apoio dos gestores e com a participação dos GB's, bem como de outros profissionais para operacionalização das tarefas.

TABELA 7.4 – Tópicos abordados no curso de treinamento para BB.

Período	Tópicos
Primeira Semana	1- Visão geral de Seis Sigma e do ciclo MAIC; 2- Mapeamento de processos; 3- QFD – Quality Function Deployment; 4- FMEA – <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> ; 5- Conceitos de eficácia organizacional; 6- Estatística básica usando Minitab*; 7- Capacidade de processo; 8- Análise de sistemas de medição.
Segunda Semana	1- Revisão dos tópicos da primeira semana; 2- Pensamento estatístico; 3- Teste de hipóteses e intervalo de confiança; 4- Correlação; 5- <i>Multi-vari analysis</i> ; 6- Regressão simples; 7- Avaliação de equipe.
Terceira Semana	1- Análise de variância; 2- Delineamento de experimentos; 2.1 Experimentos fatoriais; 2.2 Fatorial fracionado; 2.3 Delineamento em blocos balanceados; 2.4 Delineamento de superfície de resposta; 3- Regressão múltipla; 4- Ferramentas de facilitação.
Quarta Semana	1- Planos de controle; 2- Controle estatístico de processos/controle de processos avançado; 3- Tentativa e erro; 4- Desenvolvimento de equipe; 5- Processos contínuos, administração e caminhos de projeto; 6- Exercício final.

Fonte: HAHN et al. (1999); \* Software estatístico da MINITAB Inc.

Apesar das diferenças na estratégia de implementação é indiscutível que o processo de certificação seja seletivo. Isto significa dizer que alguns BB's chegam ao final com sua missão cumprida e outros não. Um dos pontos que afetam este desfecho é o tempo disponível que os BB's têm para se dedicarem aos projetos Seis Sigma. Em

algumas organizações, onde os BB's trabalham parcialmente dedicados ao Seis Sigma há uma tendência a sentirem-se sobrecarregados de atividades. O problema é que, quando as atividades são mal administradas pelo BB, ele corre o risco de sua certificação não acontecer dentro do período de tempo programado. Quando o BB atua em tempo integral, o envolvimento com o direcionamento estratégico e com a aplicação da metodologia na implementação dos projetos é maior. Isto propicia o aumento da motivação por parte do BB com a concretização de sua certificação.

Um outro aspecto relacionado com o desenvolvimento das atividades do BB são as implicações decorrentes do enfoque dado nos cursos de treinamento. Aparentemente estas implicações podem comprometer mais os propósitos do BB em caso do curso ser ministrado por consultores do que quando são aplicados por MBB's da própria empresa. A diferença mais acentuada está no foco das aplicações e na definição e encaminhamento dos projetos, os quais podem se desviar do alinhamento estratégico necessário para atrair o comprometimento dos gestores.

A perspectiva de ascensão do BB é um aspecto pouco comentado na literatura, apesar de ser um ponto importante para gerar motivação e comprometimento. A possibilidade que algumas organizações dão para crescimento profissional do BB os estimula a quererem conhecer mais e mais sobre os benefícios do Seis Sigma. Certas organizações assumem que os BB's mais bem sucedidos podem ser futuros líderes, habilitados e qualificados para ascenderem aos níveis hierárquicos de acordo com os benefícios gerados por seus projetos e pelo seu grau de maturidade. Mas existem outras organizações em que esta perspectiva não existe e os BB's não recebem esse tipo de estímulo de ascensão profissional. Parece evidente que estes estímulos aparecerão em diferentes proporções, dependendo do tipo de estratégia de desdobramento adotada.

A pesquisa empírica, descrita nos Capítulos 5 e 6, esclarece alguns aspectos sobre certas dificuldades impostas às organizações envolvidas com o Seis Sigma, no concernente à gestão dos recursos humanos. Os resultados dão evidências de que sustentar a infra-estrutura para difusão da cultura Seis Sigma é um desafio que pode ser difícil de vencer, frente aos investimentos significativos que devem ser feitos em termos de recursos humanos, materiais, financeiros e, também, tecnológicos. Uma das maiores dificuldades apontadas pelos BB's da TTFix, FASTACARD, FOX-Truck e DQ foi a dificuldade de criar uma infra-estrutura adequada para manter a programação de

treinamento das pessoas, especialmente BB's. Também foi ressaltada a dificuldade que os funcionários têm de buscarem, com investimentos próprios, esse tipo de qualificação.

É evidente que uma condição mínima necessária para o sucesso do PQSS é que os projetos Seis Sigma sejam implementados com êxito, mas, para a efetividade deste propósito, é preciso construir uma base sólida de conhecimento que torne as pessoas conscientes de como suas ações individuais contribuem para a realização do plano estratégico. À medida que há uma direção comum e, sobretudo, uma gramática de comunicação que facilite o alinhamento, os resultados tendem a aparecer mais naturalmente.

Ainda neste contexto, foi verificado que a visão dos disseminadores da cultura é um outro aspecto fundamental para que a implementação do PQSS aconteça conforme planejado pelos dirigentes da organização. O fato é que, para conseguir disseminar a cultura Seis Sigma, é imprescindível que seus disseminadores possuam uma visão sistêmica da organização. A habilidade para gerenciar processos interfuncionais, inclusive, é uma característica priorizada na FASTCARD, até mesmo para selecionar os candidatos a BB's.

A postura limitada daquele que diz “Isso não é da minha área” ou “Não sou responsável por esse departamento” não prevalece nas organizações estudadas. Ao contrário, é necessário que os profissionais mais aptos a enxergarem os problemas e as soluções de forma mais abrangente sejam valorizados. Isto significa dizer que MBB's, BB's, alguns GB's e gestores possuem competências técnicas específicas à sua área, porém também conseguem entender, opinar e participar de outras áreas da empresa, como é de se esperar de um profissional que possui uma visão mais sistêmica do ambiente em que ele atua.

O comprometimento gerencial foi um ponto apontado nas quatro organizações como um dos fatores essenciais para o sucesso da implementação do PQSS. Sobre este particular, vale ressaltar que na TTFix o gerente geral é um *Champion* certificado como BB. Na FASTCARD os gerentes de área são GB's. Na FOX-Truck o gerente da fábrica é BB e os gerentes de departamento são *Champions*. Todos os BB's da FOX-Truck já foram GB's certificados, o que, aliás, é uma particularidade que foi percebida apenas na FOX-Truck, isto é, de fazer questão de ter sua equipe de GB's e BB's treinada na própria corporação, por meio de um plano de carreira.

A formação do gestor e a participação destes durante os treinamentos de GB's foi mencionada pelos BB's das quatro organizações como sendo um aspecto importante para garantir o comprometimento, para facilitar a condução dos projetos, para esclarecer aspectos sobre seu papel e sua responsabilidade no desenvolvimento do trabalho de implementação dos projetos, e para promover um maior envolvimento das pessoas, para que a missão e a estratégia de crescimento definidas pelo CEO da organização sejam atingidas. Na TTFix, a disciplina e clareza de propósitos para as ações e a maior integração das pessoas foi ressaltado como um dos benefícios dos investimentos no Seis Sigma.

Sobre o conteúdo dos cursos de treinamento de BB's e GB's, o enfoque estatístico prevalece nos quatro casos estudados, sendo acrescido de fundamentos de *lean manufacturing* para TTFix e FOX-Truck, onde a redução de desperdícios e de custos de produção é também uma preocupação estratégica.

Quanto à identificação do tipo de estratégia de desdobramento, seguindo as denominações criadas por SANDERS & HILD (2000a), os indicativos obtidos nos estudos de caso levaram a concluir que a estratégia "Organização de Engenharia Seis Sigma" se aplica aos casos da TTFix, FASTCARD e FOX-Truck, onde grande parte do BB's e GB's são engenheiros ligados aos processos de produção, os quais recebem instruções durante o treinamento acerca de ferramentas básicas e algumas mais avançadas para aplicação em projetos práticos, além de terem uma visão ampla sobre o negócio.

Destoando um pouco das demais, a DQ emprega uma estratégia de desdobramento do Seis Sigma alinhada com a denominação "Organização Seis Sigma". A organização vem tentando tornar o Seis Sigma o seu modo de operar, por isso, não capacita seus funcionários para trabalharem em tempo integral para a implementação de projetos específicos com o uso da metodologia Seis Sigma. Ao contrário, a orientação da companhia é fazer com que a metodologia sistematizada seja parte integrante do *kit* de ferramentas de resolução de problemas usados rotineiramente, valorizando a utilização dos bancos de dados disponíveis.

Os pontos que foram destacados nesta seção alertam para a importância do capital humano como parte do capital intelectual da organização que investe no Seis Sigma. A valorização do capital intelectual por meio dos treinamentos e certificação de

MBB's, BB's e GB's e da disseminação dos conceitos fundamentais que consolidam o Seis Sigma dentro da organização, traz benefícios significativos para a mudança de cultura, independente da estratégia adotada pela organização para o desdobramento do Seis Sigma.

## **7.8 Considerações Finais**

Ao longo deste capítulo procurou-se não apenas apresentar um Modelo de Referência para estruturar ou reestruturar o PQSS numa organização. O intuito foi também mostrar aspectos importantes que justificam a relevância de cada um dos parâmetros inseridos neste modelo.

É comum durante o processo de formulação de modelos determinísticos ou probabilísticos para descrição de fenômenos reais o pesquisador se deparar com questionamentos sobre a possibilidade ou não de existência de um modelo (O modelo existe?); sobre a identificação dos parâmetros deste modelo (Quais e quantos são os parâmetros do modelo?); e sobre quão válido é o modelo ou quão preciso (confiável) é este modelo (O modelo é “bom”?).

Tratando mais especificamente do Seis Sigma, que é um fenômeno real contemporâneo, e da formalização do Modelo de Referência apresentada neste capítulo, pôde-se perceber que as perguntas acima também são pertinentes neste contexto.

Neste capítulo, houve uma preocupação em buscar respostas para as perguntas acima, direcionando o foco para a estrutura do PQSS. Assim, sobre a existência do modelo, entende-se que ele existe. Sua existência é justificada pelo respaldo teórico e pela constatação empírica de que as organizações estudadas seguem um modelo de estrutura que, por certo, é diferente da proposta nesta tese. Além do mais, há também a possibilidade de existir um modelo não formalizado empregado por diversas organizações no Brasil e no mundo.

Sobre os parâmetros do modelo, pode-se destacar que por terem originado da pesquisa bibliográfica que buscou definir e caracterizar o Seis Sigma; por aparecerem como foco principal de vários artigos; por descreverem uma tendência evolutiva das discussões sobre o Seis Sigma; por incorporarem subsídios empíricos, eles têm, num primeiro momento, uma relevância significativa e podem compor o modelo, pelo menos satisfatoriamente. Neste caso, está sendo considerado que nem todos os

parâmetros possuem a mesma parcela de contribuição para explicar o modelo.

Nesta tese, não é objetivo saber se o modelo é válido, pois para isso seria necessário implementá-lo em uma organização e acompanhar os resultados dessa implementação. No entanto, é possível se fazer uma avaliação preliminar da relevância dos componentes do modelo segundo a percepção de especialistas. O Capítulo 8 traz algumas respostas sobre essa avaliação preliminar, por meio de resultados provenientes de uma pesquisa com abordagem quantitativa. Essa segunda pesquisa empírica consiste na 4ª etapa do delineamento metodológico da pesquisa e encaminha o fechamento da tese.

# Capítulo 8

---

Avaliação do Modelo de Referência



## **8 AVALIAÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA**

A proposição do Modelo de Referência passa naturalmente pelo questionamento sobre sua aplicabilidade ou validade, especialmente, no âmbito de outras organizações que não as consideradas para subsidiar a constituição de sua estrutura primária.

Embora a verificação da validade do modelo fosse uma grande contribuição, este capítulo não traz informações acerca da validade do modelo. Na verdade, o que será apresentada é uma avaliação preliminar sobre a relevância dos parâmetros do Modelo de Referência. Para subsidiar essa avaliação foram consultados especialistas (GB's, BB's e MBB's) treinados ou certificados.

A análise da relevância dos parâmetros do Modelo de Referência para estruturar o PQSS é embasada em uma pesquisa com abordagem quantitativa. Ela permitiu concluir se os componentes da estrutura proposta são valorizados pelos especialistas.

Considerando as limitações metodológicas apontadas no Capítulo 3 sobre o encaminhamento desta etapa do desenvolvimento da tese, os resultados obtidos fornecem uma visão ainda primária sobre a validade do Modelo de Referência. Na verdade, os resultados dão alguns indicativos importantes sobre certas considerações feitas no capítulo anterior, e, principalmente, sobre as hipóteses formuladas no Capítulo 3.

Sendo assim, nas seções que seguem, serão apresentados resultados gerais sobre os itens que compõem o questionário; serão avaliados com mais detalhes os itens que têm uma implicação mais direta com as hipóteses a serem testadas; e será fornecida uma visão mais aprimorada do Modelo de Referência, complementada pelos resultados decorrentes do levantamento.

### **8.1 Resultados Gerais**

Setenta especialistas de diversas organizações situadas em diferentes regiões do território nacional foram selecionados e contatados por meio eletrônico. O contato foi formalizado utilizando uma breve mensagem de apresentação.

Deste total, quarenta pessoas preencheram o questionário completamente, acessando a página na internet onde estava disponibilizado o questionário. Especialistas de categorias distintas compuseram a amostra de respondentes, sendo 10 (dez) GB's, 27 (vinte e sete) BB's e 03 (três) MBB's.

Um detalhe sobre o preenchimento que vale ressaltar, é que o questionário foi planejado e implementado de modo que todo respondente que concordou em participar deveria responder todas as questões fechadas antes de enviar suas respostas. Desta maneira, no banco de dados não houve problemas de falta de observações por motivo de questionários incompletos ou perdidos.

A Figura 8.1 detalha a descrição dos itens que compõem o questionário, a qual está na mesma seqüência e formulação do questionário respondido pelos especialistas (Apêndice B). A Tabela 8.1 traz a quantificação da freqüência de cada nível de resposta, a média e o desvio padrão das 40 respostas obtidas para os 23 itens avaliados no questionário. Note que, em geral, os especialistas atribuíram um grau de importância (ou concordância) em média superior a 3 para todos os itens. Poucos itens foram avaliados como sendo de pouquíssima ou baixa importância.

Do total de itens analisados, destaque negativo para Compro (média de 3,58 e desvio padrão de 1,04), InveTI (média de 3,25 e desvio padrão de 1,17) e ApliTI (média de 3,38 e desvio padrão de 1,0).

Pelos resultados da Tabela 8.1, a relação do Seis Sigma com o comprometimento das pessoas, não está sendo compreendida como algo de grau de importância elevado pela maioria dos respondentes. Há um indício de que o comprometimento esteja relacionado com algum tipo de bonificação ou outro tipo de vínculo, pois, conforme declarou um BB: “... *É necessário que cada membro do time tenha as atividades de 6 sigma em sua avaliação de performance anual, para que haja o comprometimento, isto vale para Gerentes, supervisores, Engenheiros, etc. O fato de não estar em sua lista de atribuições, causa falta de participação*”.

Quanto aos investimentos em TI os resultados indicam que não vêm sendo entendidos como recursos imprescindíveis para sucesso do PQSS na organização.

Sigla	Descrição dos itens separados por tópicos de I a VII
<b>I - Estratégia e Alinhamento Estratégico</b>	
Oriest	A orientação estratégica que estabelece a estratégia do negócio influencia diretamente a definição dos projetos Seis Sigma.
Alinha	O alinhamento estratégico é um requisito para definição dos projetos Seis Sigma.
<b>II – Relação com o Desempenho do Negócio</b>	
IndPro	Os indicadores de desempenho do negócio servem como direcionadores dos projetos Seis Sigma.
Feedbk	Os resultados dos projetos Seis Sigma estabelecem um feedback estratégico para a organização sobre o desempenho do negócio.
ProjSS	Projetos Seis Sigma têm origem nas oportunidades identificadas no ambiente operacional.
<b>III – Características do Programa Seis Sigma</b>	
EstOpe	O Seis Sigma tem enfoque de programa estratégico e também de programa operacional.
Integr	O programa Seis Sigma integra objetivos e metas estratégicas aos objetivos e metas operacionais .
<b>IV – Uso de Estatística</b>	
DMAIC	A aplicabilidade das ferramentas utilizadas no DMAIC é imprescindível para melhorar a efetividade operacional.
PenEst	O Seis Sigma depende da utilização do pensamento estatístico para criar uma gramática de comunicação organizacional adequada.
Sucess	Apenas o conhecimento das ferramentas estatísticas não é suficiente para o sucesso da implementação dos projetos Seis Sigma.
Difere	O diferencial da metodologia Seis Sigma (DMAIC; DFSS) está na sistemática de aplicação das ferramentas.
<b>V – Formação e Capacitação de Pessoas</b>	
Compro	O comprometimento das pessoas no Seis Sigma independe de bonificações.
CapHum	O Seis Sigma é um reflexo da valorização do capital humano da organização.
Divulg	A divulgação dos resultados do Seis Sigma serve de estímulo para o comprometimento das pessoas .
MudCul	O Seis Sigma promove uma mudança cultural que eleva a aprendizagem organizacional.
<b>VI – Tecnologia da Informação</b>	
InveTI	Os investimentos em tecnologia da informação são determinantes para o sucesso do programa Seis Sigma.
InfrTI	Infra-estrutura tecnológica para gerenciamento e implementação de projetos (softwares estatísticos; softwares para simulação; gestão de banco de dados; ferramentas para Data mining; e CRM).
ApliTI	O Seis Sigma estabelece requisitos, objetivos e metas para novas aplicações de tecnologia da informação.
<b>VII - Requisitos essenciais para estruturar o PQSS</b>	
OriAli	A orientação estratégica e o alinhamento estratégico são componentes primordiais no direcionamento e na priorização do foco da implementação dos projetos e do Programa Seis Sigma como um todo.
IDProj	Os indicadores de desempenho do negócio (financeiros e não financeiros) podem ser usados como direcionadores de projetos Seis Sigma, a partir da identificação das falhas ou oportunidades de melhoria dos processos críticos.
PEstSS	A aplicação do pensamento estatístico é um elemento básico fundamental para valorização, compreensão e aplicação dos conceitos estatísticos que alicerçam as ações no contexto do Seis Sigma.
FerEst	O conhecimento das ferramentas estatísticas é um componente essencial, mas não suficiente, para garantir a obtenção de resultados concretos.
CapInt	A formação e capacitação das pessoas é um incremento ao capital intelectual, particularmente, capital humano da organização que impulsiona a aprendizagem organizacional.

**Figura 8.1 – Descrição dos itens do questionário com respectivas siglas**

TABELA 8.1 – Distribuição de frequências, média e desvio padrão associados a cada item avaliado.

Tópico	Item (sigla)	Grau de importância ou concordância					Média	Desvio padrão
		1	2	3	4	5		
I	OriEst	0	01	02	07	30	4,65	0,70
	Alinha	01	01	02	12	24	4,43	0,90
II	MDProj	0	01	02	13	24	4,50	0,72
	Feedbk	0	02	11	14	13	3,95	0,90
	ProjSS	0	0	09	16	15	4,15	0,77
III	EstOpe	0	0	04	11	25	4,53	0,68
	Integr	0	01	03	14	22	4,43	0,75
IV	DMAIC	0	0	08	16	16	4,20	0,76
	PenEst	0	05	11	17	07	3,65	0,92
	Sucess	0	02	03	10	25	4,45	0,85
	Difere	01	0	07	17	15	4,13	0,88
V	Compro	0	07	12	12	09	3,58	1,04
	CapHum	01	06	09	12	12	3,70	1,14
	Divulg	0	02	01	14	23	4,45	0,78
	MudCul	0	0	02	09	29	4,68	0,57
VI	InveTI	03	08	11	12	06	3,25	1,17
	InfrTI	0	01	14	18	07	3,78	0,77
	ApliTI	01	06	16	11	06	3,38	1,00
VII	OriAli	0	01	02	07	30	4,65	0,70
	IDProj	0	0	03	10	27	4,60	0,63
	PEstSS	0	0	14	12	14	4,00	0,85
	FerEst	0	03	04	07	26	4,40	0,96
	CapInt	0	0	0	13	27	4,68	0,47

Para resumir a informação contida na Tabela 8.1, foi feita uma subclassificação das respostas em dois níveis: Relevante e Pouco Relevante.

Como *Relevante* considerou-se os itens cujo grau de importância (ou concordância) foi superior a 3. *Pouco Relevante* foram considerados os itens cujo grau de importância (ou concordância) atingiu até o valor 3. Desse modo, algumas tabelas e gráficos puderam ser construídos com o intuito de expor a posição dos especialistas, por categoria, isto é, levando em conta a opinião de GB's, BB's e MBB's separadamente.

A Tabela 8.2 que segue expõe as frequências e as porcentagens associadas, relativas ao grau de importância (ou concordância) atribuído a cada item, segundo a categoria do especialista e a nova subclassificação das respostas. Nesta tabela constam apenas os cálculos para o nível *Relevante*, sendo o cálculo para o nível *Pouco Relevante* obtido por diferença em relação ao total de 100%.

TABELA 8.2 – Frequências e percentuais observados cujo item foi considerado *Relevante* pelos especialistas.

Tópico	Item (sigla)	GB's n (%)	BB's n (%)	MBB's n (%)	Total n (%)
I	OriEst	10 (100%)	24(88,9%)	03(100%)	37(92,5%)
	Alinha	09(90,0%)	24(88,9%)	03(100%)	36(90,0%)
II	MDProj	09(90,0%)	25(92,6%)	03(100%)	37(92,5%)
	Feedbk	06(60,0%)	19(70,4%)	02(66,7%)	27(67,5%)
	ProjSS	09(90,0%)	21(77,8%)	01(33,3%)	31(77,5%)
III	EstOpe	09(90,0%)	24(88,9%)	03(100%)	36(90,0%)
	Integr	09(90,0%)	24(88,9%)	03(100%)	36(90,0%)
IV	DMAIC	09(90,0%)	20(74,1%)	03(100%)	32(80,0%)
	PenEst	06(60,0%)	16(59,3%)	02(66,7%)	24(60,0%)
	Sucess	08(80,0%)	24(88,9%)	03(100%)	35(87,5%)
	Difere	06(60,0%)	24(88,9%)	02(66,7%)	32(80,0%)
V	Compro	05(50,0%)	14(51,8%)	02(66,7%)	21(52,5%)
	CapHum	06(60,0%)	17(63,0%)	01(33,3%)	24(60,0%)
	Divulg	10(100%)	24(88,9%)	03(100%)	37(92,5%)
	MudCul	10(100%)	25(92,6%)	03(100%)	38(95,0%)
VI	InveTI	05(50,0%)	12(44,4%)	01(33,3%)	18(45,0%)
	InfrTI	06(60,0%)	17(63,0%)	02(66,7%)	25(62,5%)
	ApliTI	04(40,0%)	13(48,2%)	0	17(42,5%)
Total		10	27	03	40

Como se pode verificar na Tabela 8.2, alguns itens foram analisados pelos especialistas como aspectos de alta relevância. Este resultado foi percebido com maior evidência quando o item tratou de assuntos relacionados com a abordagem estratégica do Seis Sigma. Note que os itens que obtiveram um maior número de respostas favoráveis foram OriEst, Alinha, MDProj, EstOpe, Integr, Divulg e MudCul. Nestes casos, o percentual de respostas foi de pelo menos 90%.

No concernente à abordagem estatística, houve uma menor priorização por parte dos especialistas. Observe que itens como DMAIC, PenEst, Sucess e Difere foram menos priorizados pelos especialistas.

Além disso, um outro aspecto importante revelado pelos dados e que deve ser destacado é que, na visão dos especialistas, aspectos como investimentos em TI ou a necessidade de infra-estrutura de TI não são enxergados como algo relevante para

alavancar o sucesso do Seis Sigma.

Os itens Feedbk e ProjSS que descrevem suposições acerca dos resultados e da origem dos projetos Seis Sigma geraram algum tipo de divergência de opiniões entre os especialistas. Além destes dois, Difere foi um outro item cujas opiniões dos especialistas foram um pouco mais díspares. Mas, no geral, houve homogeneidade das opiniões de GB's e BB's principalmente. Esses aspectos da amostra estudada podem ser verificados na Tabela 8.2 quando examinada a proximidade dos percentuais obtidos nas diferentes colunas.

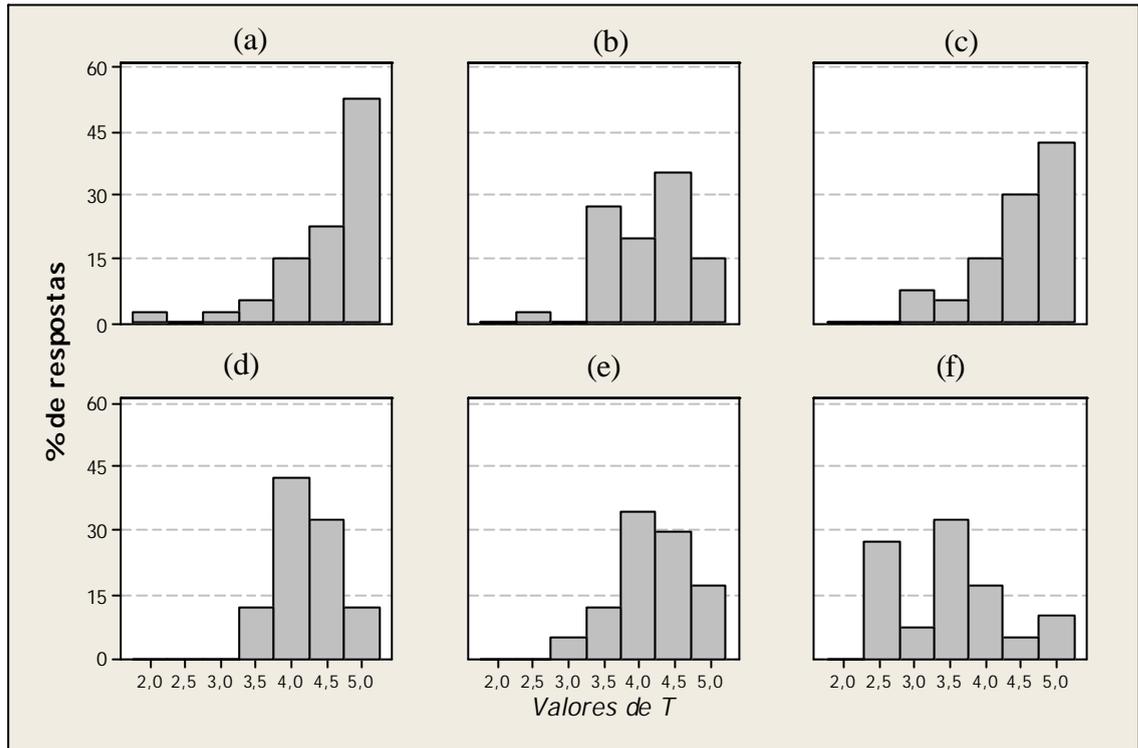
É importante levar em consideração que a quantidade de pessoas envolvidas no estudo não é tão grande; o que dificulta a aplicação de um procedimento formal para inferir com mais precisão sobre a significância das diferenças de percentuais encontradas nos itens Feedbk, ProjSS e Difere, ou até mesmo nos demais, cujas diferenças encontradas foram mais discretas.

Passando agora para uma análise por tópico do questionário, percebe-se a necessidade de definir uma variável resposta que represente uma visão geral do tópico. Assim, a média dos graus de importância atribuídos aos itens considerados em cada tópico foi definida como a variável resposta de interesse ( $T$ ). A lista de tópicos considerada envolve os mesmos itens que identificaram cada tópico listado na Figura 8.1, os quais estão identificados mais explicitamente a seguir:

- **Estratégia e Alinhamento Estratégico** – OriEst e Alinha;
- **Relação com o Desempenho do Negócio** – MDProj, Feedbk, ProjSS;
- **Características do Programa Seis Sigma** – EstOpe e Integr;
- **Uso de Estatística** – DMAIC, PenEst, Sucess e Difere;
- **Formação e Capacitação das Pessoas** – Compro, CapHum, Divulg e MudCul;
- **Tecnologia da Informação** – InveTi, InfrTI e ApliTI.

A Figura 8.2 e os resultados expostos na Tabela 8.3 fornecem indícios de que cinco dos seis tópicos foram considerados como de maior relevância para os entrevistados. A análise dos histogramas possibilita visualizar que o percentual de respostas cujos valores são superiores a 3 é mais alto nas figuras indicadas por (a), (b),

(c), (d) e (e), as quais correspondem, respectivamente, aos tópicos: “Estratégia e Alinhamento Estratégico”, “Relação com o desempenho do negócio”, “Características do Programa Seis Sigma”, “Uso de Estatística” e “Formação e Capacitação das Pessoas”.



**FIGURA 8.2 – Histogramas da variável T, estratificados por tópico. (a) Estratégia e alinhamento estratégico; (b) Relação com o desempenho do negócio; (c) Características do Programa Seis Sigma; (d) Uso de Estatística; (e) Formação e capacitação das pessoas; (f) Tecnologia da Informação.**

A Tabela 8.3 traz resultados que servem como indicativos das práticas priorizadas pelas organizações. Em seu conteúdo estão o tamanho da amostra (número de respondentes), a estimativa da média de  $T$  e do desvio padrão de  $T$  para cada tópico, valores extremos (mínimo e máximo) e o valor P decorrente da aplicação do teste do Sinal (vide Apêndice C para mais detalhes).

Pelos resultados apurados, o tópico avaliado de forma mais negativa foi o que se refere à “Tecnologia da Informação”, tanto no que diz respeito à média ( $\bar{T} = 3,47$ )

e mediana ( $M=3,33$ ), como também em termos de desvio padrão ( $s=0,81$ ). Nos demais casos, os valores médios e medianos são de pelo menos 4,0 e apresentam desvios padrão que variam de 0,54 a 0,66. Vale destacar aqui que o tópico “Estratégia e Alinhamento Estratégico” foi o que recebeu maior pontuação, com mais da metade da amostra atribuindo máximo grau de importância.

TABELA 8.3 - Resultados estatísticos envolvidos na análise dos tópicos.

Tópico	Estatísticas para a variável T					
	N	Média ( $\bar{T}$ )	Mediana (M)	Desvio padrão (s)	Mínimo- Máximo	Valor P* (teste do Sinal)
Estratégia e Alinhamento Estratégico	40	4,54	5,0	0,66	2,0-5,0	0,0001
Relação com o Desempenho do Negócio	40	4,20	4,17	0,57	2,67-5,0	0,0001
Característica do Programa Seis sigma	40	4,48	4,5	0,61	3,0-5,0	0,0001
Uso de Estatística	40	4,11	4,0	0,42	3,25-4,75	0,0001
Formação e Capacitação das Pessoas	40	4,10	4,0	0,54	2,75-5,0	0,0001
Tecnologia da Informação	40	3,47	3,33	0,81	2,33-5,0	0,6821

\* Nível de significância adotado para o teste igual a 0,05

Um outro ponto que vale ressaltar sobre os resultados da Tabela 8.3 é o resultado da aplicação do teste do Sinal. Este teste não paramétrico foi efetuado para testar a mediana de  $T$  ( $M_T$ ) a partir das seguintes hipóteses:

$$H_0: M_T = 3,5$$

$$H_A: M_T > 3,5$$

Em termos percentuais o valor 3,5 indica uma relevância de pelo menos 70%, numa escala de 0 a 100% e a rejeição da hipótese nula  $H_0$  implica que o tópico teve uma relevância estatisticamente significativa. Além disso, quando  $P < 0,05$  verifica-

se que houve uma contribuição significativa do tópico analisado para a consolidação do PQSS na organização.

Assim, conforme os resultados mostrados na Tabela 8.3 sobre os testes de hipóteses, o tópico relacionado com os investimentos em TI é o único que na avaliação dos especialistas não foi compreendido como sendo um fator de contribuição estatisticamente significativa para consolidar a estrutura de implementação do PQSS na organização ( $P=0,6821$ ). Para os demais tópicos, os resultados dão evidências de que sejam estatisticamente relevantes ( $P=0,0001$ ).

Percebe-se aqui que a aplicação da TI ainda é um assunto não muito familiar para os especialistas. Daí os itens relativos ao tópico VI terem as menores pontuações e o histograma mais disperso.

## 8.2 Verificação da Validade das Hipóteses

Antes de apresentar os resultados estatísticos sobre a validade das hipóteses de trabalho é importante não apenas recuperar o conteúdo dessas hipóteses e especificar quais itens estão mais diretamente relacionados com quais hipóteses, como também lembrar que elas estabelecem uma associação direta com os componentes essenciais do Modelo de Referência.

**Hipótese 1:** O PQSS tem um papel de integrador, que promove a interligação dos objetivos e metas estratégicos aos objetivos e metas operacionais.

**Hipótese 2:** A definição dos projetos Seis Sigma é influenciada de forma determinante pelo alinhamento estratégico e pela orientação estratégica que estabelece a estratégia do negócio;

**Hipótese 3:** Os indicadores de desempenho (financeiros e não financeiros) servem como direcionadores dos projetos Seis Sigma, a partir da identificação das falhas ou oportunidades nos processos críticos do negócio;

**Hipótese 4:** A aplicação do pensamento estatístico e seu potencial é um componente essencial para se aprimorar as decisões em todos os níveis hierárquicos da organização que investe no Seis Sigma, pois possibilita instituir uma nova gramática de comunicação organizacional;

**Hipótese 5:** O conhecimento da metodologia Seis Sigma não é suficiente para

garantir o sucesso da implementação do PQSS e a obtenção de resultados concretos, mas é imprescindível para melhorar a efetividade operacional;

**Hipótese 6:** No Seis Sigma, a formação e capacitação das pessoas é um incremento ao capital intelectual da organização que aprimora a visão sobre os objetivos estratégicos, possibilita mudança de cultura e promove a aprendizagem organizacional.

Os itens especificamente relacionados com cada hipótese são os seguintes:

- **Hipótese 1 ( $H_1$ )** - EstOpe e Integr;
- **Hipótese 2 ( $H_2$ )** - OriEst, Alinha e OriAli;
- **Hipótese 3 ( $H_3$ )** - MDProj e IDProj;
- **Hipótese 4 ( $H_4$ )** - PenEst e PEstSS;
- **Hipótese 5 ( $H_5$ )** - DMAIC, Sucess e FerEst;
- **Hipótese 6 ( $H_6$ )** - CapHum, MudCul e CapInt.

Complementando os resultados já descritos na seção anterior, a Tabela 8.4 que vem a seguir mostra a quantificação do número de respostas de acordo com o item considerado relevante como requisito essencial para estruturar o PQSS. Estes itens foram avaliados na parte final do questionário (tópico VII).

De acordo com os resultados expostos na Tabela 8.4, OriAli, PEstSS e FerEst são os itens que geraram maior discordância de opiniões entre GB's e BB's. O primeiro item, OriAli, trata da abordagem estratégica do Seis Sigma. Ele descreve a orientação estratégica e o alinhamento como componentes essenciais na priorização do foco dos projetos e do programa de uma forma geral. Enquanto todos os BB's e MBB's consideraram este item relevante, apenas 70% dos GB's partilharam da mesma opinião. Apesar disso, numa visão global 92,5% dos especialistas apontaram este item como um aspecto relevante no contexto do Seis Sigma.

Já os itens PEstSS e FerEst tratam, mais especificamente, de aspectos relacionados à abordagem estatística do Seis Sigma. Estes foram os dois itens considerados de menor relevância pelos especialistas de uma forma geral, sendo apontados como relevante por 65% e 82,5% dos especialistas respectivamente. O

primeiro trata da aplicação do pensamento estatístico como um requisito essencial para fundamentar os conceitos estatísticos que alicerçam o Seis Sigma. Este item foi menos relevante na opinião de GB's do que de BB's e MBB's. O segundo apresenta o conhecimento das ferramentas estatísticas como um requisito essencial, mas não suficiente para garantir a obtenção de resultados concretos. Os GB's discordaram em maior número sobre esse item do que BB's e MBB's.

TABELA 8.4 – Frequências e percentuais observados cujos itens foram considerados Relevantes pelos especialistas na descrição dos requisitos essenciais para estruturar o PQSS.

Item (sigla)	GB's n (%)	BB's n (%)	MBB's n (%)	Total n (%)
OriAli	07 (70,0%)	27 (100%)	03 (100%)	37 (92,5%)
IDProj	09 (90,0%)	25 (92,6%)	03 (100,0%)	37 (92,5%)
PEstSS	05 (50,0%)	19 (70,4%)	02 (66,7%)	26 (65,0%)
FerEst	06 (60,0%)	24 (88,9%)	03 (100%)	33 (82,5%)
CapInt	10 (100%)	27 (100%)	03 (100%)	40 (100%)

Considerando que o grau de importância foi assinalado pelos respondentes numa escala ordinal que variou de 1 a 5, um critério foi estabelecido para estudar a validade das hipóteses. Este critério é semelhante ao já aplicado na análise dos tópicos. Sua formalização está apresentada nos três passos descritos abaixo.

1. A análise da validade de cada hipótese  $H_j$  será baseada na variável  $W_j$ , cujos valores  $W_{ij}$  correspondem à média obtida para as respostas do indivíduo  $i$  para os itens especificados e relacionados à hipótese  $H_j$ , onde  $j=1, 2, \dots, 6$  e  $i=1, 2, \dots, 40$ . Para tal análise, as expressões que definem o cálculo de  $W_j$  são:

$$W_1 = (GI_6 + GI_7) / 2$$

$$W_2 = (GI_1 + GI_2 + GI_{19}) / 3$$

$$W_3 = (GI_3 + GI_{20}) / 2$$

$$W_4 = (GI_9 + GI_{21}) / 2$$

$$W_5 = (GI_8 + GI_{10} + GI_{22}) / 3$$

$$W_6 = (GI_{13} + GI_{15} + GI_{23}) / 3$$

onde,  $GI_k$  é o grau de importância atribuído pelo especialista para o item  $k$ , sendo que  $GI_k \in \{1, \dots, 5\}$  e  $k=1, 2, \dots, 23$ .

2. A validade de cada  $H_j$  dependerá dos resultados estatísticos obtidos indicarem uma posição satisfatória pelos especialistas. De modo semelhante ao feito na análise dos tópicos do questionário, pretende-se buscar evidências de que  $M_w$  (mediana de  $W$ ) seja estatisticamente superior a 3,5 na escala de importância.
3. Havendo evidências de que  $M_w > 3,5$ , então, há indicativos de que a hipótese pode ser válida.

Aplicando o critério acima, pôde-se chegar aos resultados mostrados na Tabela 8.5. Ela permite verificar que, nas seis hipóteses testadas, houve evidências estatísticas suficientes para validá-las. Isto é um indicativo importante de que as hipóteses incorporam elementos que, estatisticamente, podem ser considerados de alta significância para estruturar o PQSS. Essa significância pode ser constatada pelo valor  $P$  ( $P < 0,05$  para todas as hipóteses).

Além disso, as demais estatísticas apresentadas na Tabela 8.5 revelam que há certa concordância nas opiniões dos especialistas no que se referem às hipóteses testadas.

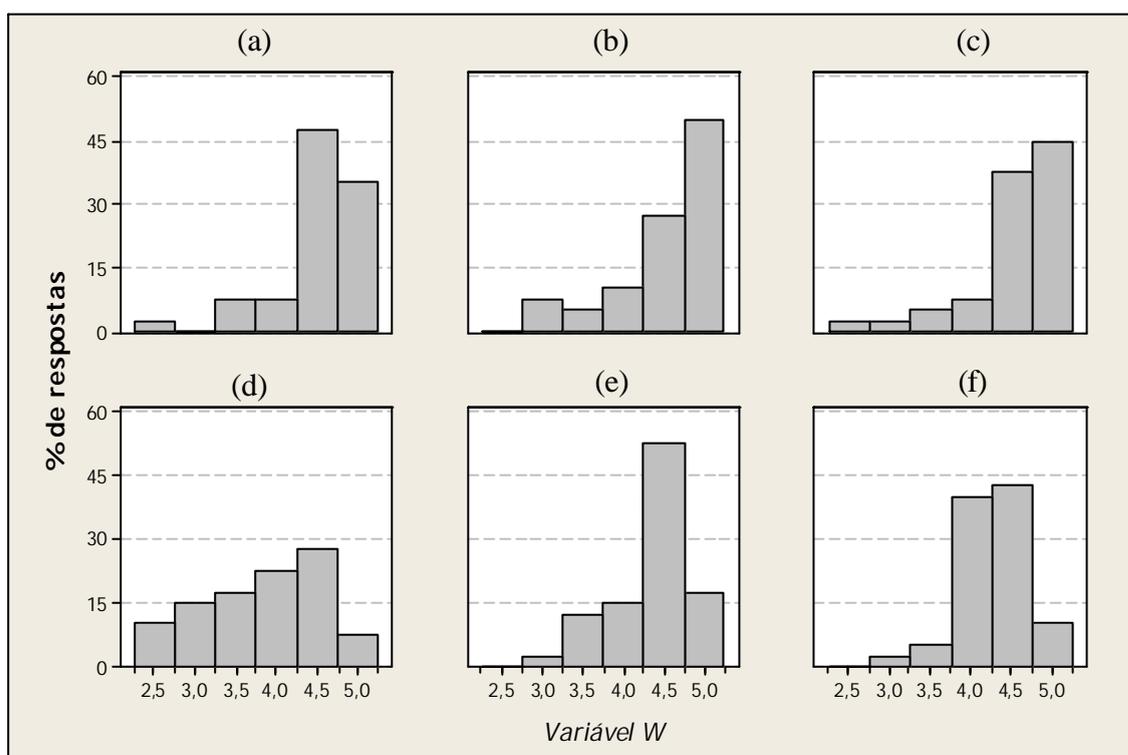
TABELA 8.5 - Resultados estatísticos envolvidos na análise das hipóteses  $H_1$  a  $H_6$ .

Hipótese	Estatísticas para a variável $W$					
	N	Média ( $\bar{W}$ )	Mediana (M)	Desvio padrão (s)	Mínimo- Máximo	Valor P* (teste do sinal)
$H_1$	40	4,53	4,67	0,53	2,67-5,0	0,0001
$H_2$	40	4,53	4,75	0,61	3,0-5,0	0,0001
$H_3$	40	4,55	4,50	0,59	2,5-5,0	0,0001
$H_4$	40	3,83	4,0	0,74	2,5-4,75	0,0175
$H_5$	40	4,35	4,33	0,52	3,0-5,0	0,0001
$H_6$	40	4,24	4,31	0,43	3,11-4,89	0,0001

\* Nível de significância adotado para o teste igual a 0,05

A Figura 8.3 complementa os resultados descritos acima. Nela estão representados os histogramas da variável  $W$  separados por hipótese. Como se pode

verificar graficamente, houve maior assimetria à esquerda para as distribuições das médias representadas nos histogramas (a), (b) e (c). Isto é um reflexo do maior número de respostas com valores altos para  $W_1$ ,  $W_2$ , e  $W_3$ ; o que é confirmado pela Tabela 8.5, tanto nos valores das médias como das medianas. A diferença evidente na forma do histograma representado na Figura 8.3 (d), relativa à hipótese  $H_4$ , caracteriza a maior dispersão de opiniões dos especialistas com relação ao conteúdo abordado nesta hipótese ( $s=0,74$ ), e os menores valores de média e mediana ( $\bar{W}=3,83$  e  $M=4,0$  respectivamente).



**FIGURA 8.3 - Histograma da variável  $W$ , estratificados por hipótese. (a) Hipótese 1; (b) Hipótese 2; (c) Hipótese 3; (d) Hipótese 4; (e) Hipótese 5; (f) Hipótese 6.**

### 8.3 Avaliando o Modelo de Referência

O Modelo de Referência, que foi concebido a partir da combinação dos resultados da pesquisa teórico-conceitual com os achados da pesquisa qualitativa (estudos de caso), foi avaliado de forma indireta por meio da consulta aos profissionais especialistas responsáveis pela implementação do PQSS em suas empresas. Os resultados da pesquisa quantitativa trouxeram dados importantes, uma vez que permitiram uma reflexão acerca da relevância dos componentes incorporados no modelo.

Pode-se considerar que a avaliação feita na seção anterior serve como uma avaliação preliminar do Modelo de Referência considerado no Capítulo 7, à medida que seus parâmetros foram avaliados.

Os resultados fornecem evidências de que os componentes do Modelo de Referência, orientação estratégica e alinhamento estratégico, uso da medição de desempenho, pensamentos estatístico, aplicação da metodologia sistematizada Seis Sigma e a formação e capacitação das pessoas podem ser interpretados como requisitos essenciais significativos para estruturar o PQSS. Estas evidências foram atestadas estatisticamente na última seção.

Sobre o questionamento de se é válido o modelo proposto, a resposta parece ser positiva. Na verdade, embora o modelo não tenha sido submetido à apreciação dos respondentes o modelo foi de certo modo avaliado ao mesmo tempo em que foi verificada a validade das seis hipóteses de pesquisa. Além disso, há evidências de que o modelo pode ser válido pelo fato dos resultados quantificados darem indicativos fortes o suficiente para considerar que seus componentes têm um grau de importância elevado para caracterizá-lo. Esta conclusão segue da quantificação do grau de importância elevado atribuído pelos especialistas aos componentes que integram o modelo. Este aspecto ficou evidente à medida que se ressaltaram distribuições assimétricas à esquerda, tanto para a variável  $T$ , que serviu de base para avaliação dos tópicos I a VI, como também para a variável  $W$ , ligada mais especificamente às hipóteses  $H_1$  a  $H_6$  que serviram para avaliar os componentes do modelo.

Ao se refletir sobre as tendências atuais de inclusão da Tecnologia da Informação como um tópico que possivelmente seria incluído na estruturação do PQSS, percebeu-se que este assunto não vem sendo percebido como um requisito essencial

pelos especialistas consultados. Uma das possíveis respostas para isso pode ser a falta de contato direto entre os desenvolvedores de sistemas de informação e os usuários que comumente são profissionais mais próximos do chão de fábrica, como é o caso de GB's e BB's em várias organizações. Todavia, os resultados apurados com a aplicação do questionário sugerem a inclusão de TI como uma espécie de co-variável ou um recurso acessório do modelo, cujo impacto não é explícito, mas que agrega valor, particularmente, no que se refere ao gerenciamento do PQSS.

Acerca das características do PQSS, os resultados quantitativos revelam que o Seis Sigma tem enfoque de programa estratégico e operacional, além de ser um programa que efetivamente integra os objetivos e metas estratégicas aos objetivos e metas operacionais. Estas características foram percebidas com médias de 4,53 ( $s=0,68$ ) e 4,43 ( $s=0,75$ ), respectivamente, na escala de grau de importância. Este aspecto é reforçado pelo fato de que 90% dos especialistas consideraram estes aspectos relevantes para caracterização do programa.

Por fim, o argumento de que os projetos Seis Sigma podem ser considerados como catalisadores do sistema e como um meio eficaz de se obter um feedback estratégico que permite revisar e/ou re-direcionar metas e objetivos de médio e longo prazo se confirma. Além disso, também se consolida a posição dos indicadores de desempenho do negócio como direcionadores dos projetos Seis Sigma, a partir da identificação das falhas ou oportunidades de melhoria dos processos críticos. Os itens mais diretamente relacionados com esta avaliação foram Feedbk, MDProj e IDProj, os quais tiveram média de 3,95 ( $s=0,90$ ), 4,50 ( $s=0,72$ ) e 4,60 ( $s=0,63$ ), respectivamente, na escala de grau de importância.

Este capítulo contribuiu para mostrar aspectos importantes sobre o entendimento dos especialistas de diversas empresas, na sua maioria de grande porte, acerca da implementação do PQSS. Os resultados mostrados neste capítulo fecham a quarta etapa do delineamento metodológico elaborado para o desenvolvimento desta tese.

De um modo geral, entende-se que os resultados da pesquisa foram bastante satisfatórios e elucidativos, e que complementam toda a argumentação inserida ao longo dos capítulos anteriores.

No capítulo seguinte, a tese é finalizada, destacando as principais conclusões do trabalho. Além disso, são apresentados alguns comentários finais e incluída uma seção com sugestões para trabalhos futuros.

# Capítulo 9

---

Conclusões



## 9 CONCLUSÕES

Este capítulo finaliza o presente trabalho de pesquisa, apresentando algumas considerações sobre os resultados alcançados ao longo de seu desenvolvimento. Neste capítulo final, as questões de pesquisa e os objetivos são revistos com o propósito de tornar mais clara as conclusões do trabalho. Uma visão da perspectiva de futuros trabalhos é apresentada na última seção.

### 9.1 Conclusões e Comentários Finais

Este trabalho contribuiu para mostrar várias implicações teóricas e práticas acerca da implementação e do gerenciamento do PQSS em organizações que têm suas operações junto ao mercado brasileiro.

Os resultados obtidos aqui compõem um conjunto de evidências que ajuda a validar certos pressupostos e hipóteses formuladas a priori. Em função disso, o trabalho tornou mais explícitos vários aspectos relativos aos meios adotados pelas organizações para conseguirem efetividade na implementação e no gerenciamento do PQSS.

Sobre a fundamentação conceitual, os dados empíricos provenientes dos estudos de caso possibilitaram perceber que ainda há divergências entre a forma de entendimento dos pesquisadores acadêmicos e dos profissionais considerados especialistas nas empresas, no que diz respeito à definição de Seis Sigma.

Na seção 6.1 essa questão conceitual foi abordada à luz dos dados empíricos obtidos, onde ficou mais latente que Seis Sigma se define como uma metodologia na visão dos BB's entrevistados. Isto sugere que a visão transmitida pelas organizações estudadas ainda valoriza mais a questão metodológica, em detrimento da disseminação de uma visão mais ampla, como é sugerido em vários trabalhos encontrados na literatura. Neste sentido, parece que o foco da atenção dos BB's está voltado mais para a solução de problemas do que para o compartilhamento de uma nova cultura, ou seja, de uma cultura que pode gerar e acelerar a aprendizagem organizacional.

Os dados empíricos acabaram reiterando que a definição formulada na seção 2.2 desta tese não apenas traduz um significado mais amplo para o Seis Sigma,

como também procura transmitir que seu alcance vai além do significado metodológico, e ressalta a relevância de componentes essenciais para estruturar o PQSS.

Os subsídios empíricos decorrentes dos estudos de caso revelaram que o uso da Estatística no contexto de melhoria de produtos, processos, serviços e pessoas vem sendo priorizado. Todavia, esta pode não ser a preocupação mais relevante para promover a mudança e aprendizagem que se espera alcançar no Seis Sigma.

Dentro da abordagem estatística, as pessoas e seus níveis de aceitação e de conhecimento dos princípios que norteiam o pensamento estatístico podem ser uma das maiores barreiras para impedir o sucesso do PQSS. Ocorre que depois de realizar as duas pesquisas empíricas, ainda ficou latente que não há uma compreensão de que o pensamento estatístico consiste num pano de fundo para implementação do PQSS. O que se percebe é um desconhecimento significativo sobre a existência desses princípios (vide seção 7.5), sobre como utilizá-los e avaliá-los, independentemente de análise estatística prévia para tomada de decisões. Além disso, o pensamento estatístico pode garantir a difusão de uma fundamentação estatística básica que, quando compartilhada entre os funcionários, contribui para que o PQSS atue diretamente na base do sucesso nos negócios, isto é, na qualidade, na produtividade e na redução de custo.

A literatura não é completamente elucidativa sobre certas dificuldades impostas às organizações. Os resultados obtidos nesta tese indicam que difundir a cultura Seis Sigma é um desafio que pode ser difícil de vencer, uma vez que depende de investimentos significativos em termos de recursos materiais, humanos, financeiros e tecnológicos para desenvolver e sustentar a infra-estrutura gerencial. Uma das maiores dificuldades apontadas pelos BB's da TTFix, FASTACARD, FOX-Truck e DQ foi a dificuldade de implantar uma infra-estrutura que englobe esses recursos e que seja adequada para a implantação e gerenciamento do programa.

A incorporação da teoria sobre medição de desempenho ao contexto do Seis Sigma incluindo o uso de indicadores de desempenho como requisito essencial para estruturar o PQSS foi um dos pontos que encaminhou a obtenção de resultados importantes para o desenvolvimento da tese. Mesmo sendo um tópico de vanguarda entre os assuntos associados ao gerenciamento do desempenho organizacional, essa vertente ainda é pouco explorada na literatura.

A seção 7.4 possibilitou verificar que a medição de desempenho deve ser

valorizada para se avaliar de forma plena os benefícios decorrentes da implementação do PQSS. Neste sentido, a existência de um SMD multidimensional garante a existência de indicadores de desempenho que ajudem a direcionar os projetos Seis Sigma. Estes, por sua vez, como direcionadores de desempenho, dão sua parcela de contribuição para o aprimoramento do SMD. Dessa forma, é possível assegurar o feedback estratégico da implementação do PQSS.

A pesquisa empírica contribuiu sobremaneira para esclarecer que um projeto Seis Sigma não é um projeto de melhoria concebido a partir da identificação de falhas nos processos do chão de fábrica. Um projeto Seis Sigma segue uma diretriz principal. Por isso, ele é definido de cima para baixo na maioria das companhias que têm o PQSS como um programa corporativo que integra os diversos segmentos de negócios dessas companhias, e essa definição não é tarefa dos BB's.

Como discutido na seção 7.1, a função de catalisadores do sistema atribuída aos projetos Seis Sigma no Modelo de Referência é uma forma de traduzir sua vital importância para o funcionamento do sistema como um todo. O fato de estes projetos dependerem do alinhamento estratégico para sua definição e de terem uma metodologia sistematizada para sua implementação são duas de suas principais peculiaridades.

É evidente que uma condição mínima necessária para o sucesso do PQSS é que os projetos Seis Sigma sejam implementados com êxito, mas, para a efetividade deste propósito, é preciso construir uma base sólida de conhecimento que torne as pessoas conscientes de como suas ações individuais contribuem para a realização do plano estratégico. À medida que há uma direção comum e, sobretudo, de uma comunicação efetiva que facilite o alinhamento, os resultados tendem a aparecer mais naturalmente. Esses aspectos foram evidenciados na seção 7.3 quando se ressaltou a influência da orientação estratégica e do alinhamento estratégico no direcionamento dos projetos Seis Sigma.

O feedback operacional dos projetos Seis Sigma surge em decorrência dos avanços conseguidos com o uso da metodologia Seis Sigma. A evidência de que o uso desta metodologia é apropriada para resolver problemas com causas de variação desconhecidas ficou ainda mais fortalecida com os estudos de caso feitos na TTFix, FASTCARD, FOX-Truck e DQ, e com a pesquisa quantitativa. A aplicação criteriosa

do método científico dá condições de melhorar a qualidade de processos, produtos e serviços; de se reduzir desperdícios e fontes de variabilidade; e de se criar produtos e serviços com maior confiabilidade e credibilidade aos olhos dos clientes. Todavia, o uso efetivo da metodologia Seis Sigma não parece ser suficiente para caracterizar o sucesso do PQSS, como apontado pelos especialistas na pesquisa quantitativa descrita no Capítulo 8.

Os resultados obtidos nesta tese sugerem que a TI ainda é um assunto de pouco conhecimento dos especialistas. Essa constatação havia ficado parcialmente esclarecida nos estudos de caso e se confirmou na pesquisa quantitativa. A inclusão dos aspectos estratégicos destas teorias no campo de conhecimento de BB's e GB's parece estar em uma fase inicial. Todavia, outras teorias, mais voltadas para o nível operacional, estão sendo incorporadas ao Seis Sigma, como é o caso dos conceitos e princípios de *lean manufacturing*.

No âmbito dos recursos humanos, o estudo revelou que estímulo à formação e capacitação das pessoas são características de uma política de investimento no capital humano para aumentar o valor do capital intelectual da organização.

Estudos incluindo organizações como a Dow Chemical, Seagate, Motorola, General Electric, entre outras, já foram discutidos na literatura (MOTWANI et al., 2004; MCADAM & LAFFERTY, 2004; PINTO, 2005). No entanto, esses estudos não abordaram os aspectos teóricos e práticos da forma como foram tratados neste trabalho.

Sendo assim, retomando as questões de pesquisa que motivaram o desenvolvimento da tese, conclui-se que a proposta de incorporação de outras teorias para melhor compreender o potencial e o papel do PQSS foi consolidada com êxito. Primeiramente, a combinação do suporte teórico desenvolvido com os subsídios empíricos obtidos permitiu identificar elementos-chave para melhor definir o Seis Sigma. Em seguida, propriedades importantes do PQSS foram identificadas, permitindo compreender que este programa tem propriedades de programa estratégico e operacional. Como discutido na seção 7.2 e ratificado na análise estatística do Capítulo 8, há evidências de que o PQSS se caracteriza como um programa que tem o papel de integrador de objetivos estratégicos e operacionais.

Com o desenvolvimento da pesquisa teórico-conceitual e com os

subsídios empíricos obtidos nas duas pesquisas de campo (qualitativa e quantitativa) ficou mais evidente a influência da orientação estratégica e do alinhamento na concepção dos projetos Seis Sigma.

A proposição e a avaliação preliminar do Modelo de Referência foi um último objetivo alcançado. Ele concretiza o desenvolvimento de uma pesquisa que contempla ambas as visões sobre o Seis Sigma: visão conceitual e a visão prática.

Um outro ponto que vale ressaltar neste capítulo final são as dificuldades e limitações do trabalho. Em função da abrangência dos assuntos tratados nesta tese, algumas dificuldades tiveram que ser contornadas, principalmente, no tocante aos aspectos metodológicos. Inevitavelmente, estas dificuldades geraram limitações que impossibilitaram a obtenção de resultados mais precisos.

A tentativa de obter dados primários, embora fosse de vital importância para corroborar a argumentação teórica, demandou grande esforço da pesquisadora, no sentido de conseguir a colaboração de pessoas que não tinham interesse direto na pesquisa em desenvolvimento. Estabelecer contato com essas pessoas e extrair delas informações que enriquecessem a pesquisa não foi tarefa fácil. Diante disso, surgiu uma limitação do delineamento metodológico elaborado para o desenvolvimento da tese. A dificuldade de escolha das unidades de análise e de acesso às fontes de evidência foram dois aspectos que geraram parte da limitação metodológica.

Uma outra limitação metodológica foi gerada pela dificuldade de contatar um número significativo de especialistas que estivessem dispostos a responder o questionário via Web, ou seja, que tivessem boa vontade de participarem da pesquisa com abordagem quantitativa. Apesar dos recursos tecnológicos utilizados, como criação de um banco de dados e de uma interface amigável para que o questionário fosse respondido, aproximadamente 40% das pessoas contatadas não manifestaram interesse em participar do levantamento.

Frente às limitações mencionadas, os resultados obtidos aqui não são passíveis de generalizações em função da abordagem metodológica empregada (estudos de caso e levantamento por amostragem de conveniência).

Não obstante existam limitações metodológicas, deve-se ressaltar que esta tese trouxe como sua principal contribuição a incorporação de subsídios empíricos importantes que possibilitaram conhecer mais sobre o Seis Sigma e compreender

melhor como as organizações implementam e gerenciam o PQSS. Foi da aliança harmoniosa desses subsídios empíricos com uma abordagem conceitual consistente que orientação estratégica e alinhamento estratégico, uso da medição de desempenho, pensamento estatístico, aplicação da metodologia Seis Sigma, e formação e capacitação das pessoas passaram a ser considerados componentes essenciais e de relevância significativa para compor o Modelo de Referência para estruturar o PQSS.

## **9.2 Sugestões para Trabalhos Futuros**

O assunto discutido nesta tese ainda pode ser explorado dando um direcionamento diferente do que foi efetuado aqui. Vários pontos que não puderam ser examinados, seja porque não faziam parte do escopo da tese ou porque ainda demandam um esforço maior de pesquisa para poderem ser concretizados, podem fazer parte de novos trabalhos de pesquisa.

A breve lista que segue abaixo fornece algumas sugestões de tópicos de pesquisa que podem ser desenvolvidos em trabalhos futuros. Esta lista foi elaborada após uma reflexão acerca dos estudos e dos resultados obtidos após o desenvolvimento da tese.

1. Um dos pontos que ficou em aberto foi a validação do Modelo de Referência. Validar o modelo é uma sugestão de trabalho futuro que viria a confirmar a sua efetividade no âmbito das ações estratégicas, gerenciais e operacionais.
2. O uso da medição de desempenho no contexto do Seis Sigma foi examinado nesta tese sem entrar em detalhes sobre a classificação dos indicadores de desempenho como medidas de resultado ou direcionadores de desempenho, conforme sugerido por EVANS (2004). Neste sentido, um estudo que examine quais tipos de indicadores seriam mais fortemente indicados para compor um sistema para gerenciamento do desempenho do Seis Sigma pode ser de grande valia para um melhor direcionamento dos projetos Seis Sigma. Conforme discutido no Capítulo 7 (seções 7.3 e 7.4) a definição dos projetos é influenciada sobremaneira pelas ações estratégicas priorizadas pela organização, e pelo feedback em termos de desempenho proporcionado pela implementação desses

projetos.

3. Um dos pontos fortes desta tese é que ela traz a utilização de fontes de dados primários. Seguindo nessa linha e refletindo sobre a nova tendência das pesquisas sobre o tema, a realização de pesquisas empíricas que esclareçam melhor como as organizações têm se beneficiado da integração do *lean Manufacturing* (produção enxuta) com o Seis Sigma pode constituir uma contribuição interessante. O *Lean Six Sigma* que representa essa integração vem ao encontro dessa tendência atual de inclusão dos princípios da produção enxuta como parte dos requisitos do Seis Sigma. Este assunto foi encaminhado na seção 2.6 no contexto teórico, mas demanda de estudos mais detalhados, principalmente, incluindo dados mais concretos. Estudos de caso exploratórios com algumas organizações de manufatura e até mesmo de serviços podem ser enriquecedores.
4. Os resultados desta tese indicam que um dos pontos que deve ser priorizado no PQSS é a mudança de cultura. Nos estudos de caso realizados nesta tese pôde-se perceber que nem sempre as organizações conseguem tornar o aprendizado dos conceitos do Seis Sigma algo natural que agrega valor às atividades desempenhadas pelos participantes. A mudança na forma de resolver os problemas não apenas facilita a implantação do programa, como incrementa o capital humano. Neste contexto, conforme os dados apurados no Capítulo 8, relativos à pesquisa quantitativa, o fato de no Seis Sigma o comprometimento das pessoas estar, eventualmente, associado a bonificações restringe a evolução cultural e a retenção de conhecimento. Esse impasse pode ser esclarecido numa discussão mais aprofundada sobre essa questão, e que envolva organizações já mais maduras na implantação do PQSS.

Para finalizar, é preciso lembrar que o avanço da ciência como um todo depende da motivação dos pesquisadores de enfrentarem desafios. Desenvolver uma tese de doutorado é vencer um desafio importante que contribui para que esse avanço aconteça.

Ter estudado tópicos de pesquisa estimulantes como os que foram estudados nesta tese deixou acima de tudo a certeza de que muito ainda há por fazer e, principalmente, que novos desafios deverão ser enfrentados.

---

---

## Referências Bibliográficas



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. **Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras**. 21 ed. São Paulo: Brasiliense, 1995
- ANSOFF, H. I. **Checklist for competitive and competence profiles**. New York: McGraw-Hill, 1965.
- ANSOFF, H. I.; McDONNELL, E. J. **Implantando a administração estratégica**. São Paulo: Atlas, 1993.
- ANTONY, J.; CORONADO, R. B. A strategy for survival. **Manufacturing Engineer**, v.80, n.3, p.119-121, 2001.
- ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of six sigma program. **Measuring Business Excellence**, v.6, n.4, p.20-27, 2002.
- ANTONY, J. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.303-306, 2004.
- ARMISTEAD, Colin; PRITCHARD, Jean-Philip; MACHIN, Simon. Strategic business process management for organizational effectiveness. **Long Range Planning**, v.32, n.1, p.96-106, 1999.
- ARNHEITER, E.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and six sigma. **The TQM Magazine**, v.17, n.1, p.5-18, 2005.
- ATTADIA, Lesley C. L. Uso da medição de desempenho para alinhar e comunicar a estratégia: uma análise crítica do *Balanced Scorecard*. 2004. v.1. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2004.
- AZOFRA, V.; PRIETO, B.; SANTIDRIAN, A. The usefulness of a performance measurement system in the daily life of an organization: a note on a case study. **The British Accounting Review**, v.35, p.367-384, 2003.
- BAJARIA, H. J. Six sigma quality: beyond hype. Garden City, Michigan: **Multiface Publishing Company**, 1999. Disponível em: <[www.multiface.com/paper.htm](http://www.multiface.com/paper.htm)>. Acesso em: 10 fevereiro 2001.
- BAÑUELAS, R. ; ANTONY, J. Going from six sigma to design for six sigma: an exploratory study using analytic hierarchy process. **The TQM Magazine**, v.15, n.5, p.334-344, 2003.
- BAÑUELAS, R. ; ANTONY, J. Six sigma or design for six sigma. **The TQM Magazine**, v.6, n.4, p.250-263, 2004.
- BATALHA, M. O. et al. **Pós-graduação e biotecnologia: formação de recursos humanos no Brasil**. GEPAI, DEP, UFSCAR, Maio 2001. Disponível em: <[www.mct.gov.br/Temas/biotec/relat\\_final\\_b.pdf](http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/relat_final_b.pdf)>. Acesso em: setembro 2005
- BEHARA, R. S.; FONTENOT, G. F.; GRESHAM, A. Customer satisfaction measurement and analysis using six sigma. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.12, n.3, p.9-18, 1995.
- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A produção científica nos anais do encontro

nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. In: Encontro nacional de engenharia de Produção (ENEGERP), XIX., Rio De Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ-ABEPRO, 1999, CD-ROM.

\_\_\_\_\_. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento dos métodos e tipos de pesquisa. **Produção**, v. 9, n. 2, p. 65-75, jul. 2000.

BITITCI, U. S.; CARRIE, A. S.; McDEVITT, L. Integrated performance measurement systems: an audit and development guide. **The TQM Magazine**, v. 9, n.1, p.46-53, 1997.

BITITCI, U. S.; SUWIGNJO, P.; CARRIE, A. S. Strategy management through quantitative modeling of performance measurement systems. **Int. J. Production Economics**, v.69, p.15-22, 2001.

BJERKE, F.; HERSLETH, M. Introducing statistical thinking to the food industry: facilitating and inhibiting factors. **Quality Management Journal**, v.8, n.3, p.49-60, 2001.

BLAKESLEE Jr, Jerome A. Implementing the six sigma solution. **Quality Progress**, p.77-85, July 1999.

BOURNE, M.; MILLS, J.; WILCOX, M.; NEELY, A.; PLATTS, K. Designing, implementing and updating performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v.20, n.7, p.754-771, 2000.

BOX, G. E. P.; LIU, P. Y. T. Statistics as a catalyst to learning by scientific method, part I and II. **Journal of Quality Technology**, v.31, p.1-29, 1999.

BOYER, K. K.; McDERMOTT, C. Strategic consensus in operations strategy. **Journal of Operations Management**, v.17, p.289-305, 1999.

BRESSAN, F. O método do estudo de caso. **Administração On Line**, v.1, n.1, Jan, 2000.

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

BRITZ, G. C.; EMERLING, D. W.; HARE, L. B.; HOERL, R. W.; JANIS, S. J.; SHADE, J. E. **Improving performance through statistical thinking**. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2000, 171p.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, 1989.

CABRAL, A. C. A. A evolução da estratégia: em busca de um enfoque realista. In: XXII ENANPAD, 22., **Anais...**, Foz do Iguaçu: ANPAD, Set. 1998. 14p.

CAMARGOS, M. A; DIAS, A. T. Estratégia, administração estratégica e estratégia corporativa: uma síntese teórica. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v.10, n.1, p.27-39, 2003.

CARVALHO, M. M. Selecionando projetos seis sigma. In: ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Makron Books, 1996.
- CHANCE, B. L. Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. **Journal of Statistics Education**, v.10, n.3, 2002.
- CHEN, Ming-Chin; CHENG, Shu-Ju; HWANG, Y. An empirical investigation of the relationship between intellectual capital and firms' market value and financial performance. **Journal of Intellectual Capital**, v. 6, n.2, p.159-176, 2005.
- CONWAY, W. E. **The quality secret: the right way to manage**. Nashua, USA: Conway Quality Inc., 1992.
- CORONADO, R. B.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The TQM Magazine**, v.14, n.2, p.92-99, 2002.
- CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative & quantitative approaches**. London: SAGE Publications, 1994
- CROSS, K. F.; LYNCH, R. L. Managing the corporate warriors. **Quality Progress**, v.23, n.4, p.54-59, 1990.
- DALE, B. G.; WILLIAMS, R. T.; WIELE, T. Marginalisation of quality: is there a case to answer? **The TQM Magazine**, v.12, n.4, p.266-274, 2000.
- DANSKY, K. H.; BRANNON, D. Strategic orientation and TQM: linking vision to action. **Journal of Quality Management**, v.1, n.2, p.227-242, 1996.
- DAVIES, Warnock. Understanding strategy. **Strategy & Leadership**, v.28, n.5, 9.25-30, 2000.
- DeFEO, Joseph A. An ROI story – the black belts of six sigma. **Training and Development**, July, p.25-27, 2000.
- DeFEO, Joseph A. Six sigma: perfection is possible in meeting customer needs. New York, New York: **Journal of Business Strategy**, 2000. Disponível em: <[www.juran.com.br](http://www.juran.com.br)>. Acesso em: 22 abril 2001.
- DEMAST, J. A methodological comparison of three strategies for quality improvement. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.21, n.2, p.198-213, 2004.
- DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000. 216p.
- DEVANE, Tom. **Integrating Lean Six Sigma and High-Performance Organizations: Leading the Charge Toward Dramatic, Rapid, and Sustainable Improvement** [E-Book]. John Wiley & Sons, 2004.
- DRANSFIELD, S. B.; HSHER, N. I.; VOGEL, N. J. Using statistics and statistical thinking to improve organizational performance. **International Statistical Review**, v.67, n.2, p.99-150, 1999.
- DURAND, R.; COEURDEROY, R. Age, order of entry, strategic orientation, and organizational performance. **Journal of Business Venturing**, v.16, p.471-494, 2001.
- ECCLES, R. G. The performance manifesto. **Harvard Business Review**, v.69, n.1, p.131-137, 1991.

- ECKES, G. **A revolução seis sigma**. Rio de Janeiro: Campus, 2001, 272p.
- EDVINSSON, L. Developing intellectual capital at Skandia. **Long Range Planning**, v.30, n.3, p.366-373, 1997.
- EDVINSSON, L.; MALONE, M. S. **Capital intelectual**. São Paulo: Makron Books, 1998.
- EDWARDS, C.; PEPPARD, J. Operationalizing strategy through process. **Long Range Planning**, v.30, n.5, p.753-767, 1997.
- EMILIANI, M. L. Redefining the focus of investment analysts. **The TQM Magazine**, v.13, n.1, p.34-50, 2001.
- EHIE, I.; SHEU, C. Integrating six sigma and theory of constraints for continuous improvement: a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.16, n.5, p.542-553, 2005.
- EVANS, J. R. An exploratory study of performance measurement systems and relationships with performance results. **Journal of Operations Management**, v.22, n.3, p.219-223, 2004.
- FERREIRA, A. B. H. Dicionário aurélio eletrônico século XXI. Versão 3.0. Lexicon Informática Ltda, 1999.
- FINN, G. A. Six sigma in the engineering design process. **Prescient Technologies, Inc.** 1999.
- FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; SAKAKIBARA, S. The impact of quality management practices on performance and competitive advantage. **Decision Sciences**, v.26, n.5, 1995.
- GALVÃO, L. L. Medidas de desempenho organizacional em organizações públicas brasileiras. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DEL CLAD SOBRE LA REFORMA DEL ESTADO Y DE LA ADMINISTRACION PÚBLICA, 7. 2002, Lisboa, Portugal. **Anais...** Lisboa, Portugal, Oct 2002.
- GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.
- GARVIN, D. A. Building a learning organization. **Harvard Business Review**, v.71, n.4, p.78-91, Jul/Ago 1993.
- GATIGTON, H.; XUEREB, J. Strategic orientation of the firm new product performance. **Journal of Marketing Research**, v.34, n.1, p.77-90, 1997.
- GAY, L; DIEHL, P. **Research methods for business and management**. New York: Maxwell, 1992.
- GHALAYINI, A. M.; NOBLE, J. S. & CROWE, T. J. An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness. **Int. J. Production Economics**, v. 48, p.207-225, 1997.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura enxuta: uma revisão que

- classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gestão e Produção**, v.11, n.1, p.1-19, 2004.
- GOH, T. N. The role of statistical design of experiments in six sigma: perspectives of a practitioner. **Quality Engineering**, v.14, n.4, p.659-671, 2002.
- GOH, T. N.; XIE, M. Improving on the six sigma paradigm. **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.235-240, 2004.
- GREGORY, M. J. Integrated performance measurement: a review of current practice and emerging trends. **Int. J. Prod. Econom**, v.30, p.281-296, 1993.
- HAHN, G.; HILL, W. J.; HOERL, R. W.; ZINGRAF, S. A. The impact of six sigma improvement – a glimpse into the future of statistics. **The American Statistician**, v.53, n.3, p.208-215, 1999.
- HAHN, G.; DOGANAKSOY, N.; HOERL, R. W. The evolution of six sigma. **Quality Engineering**, v.12, n.3, p.317-326, 2000.
- HAN, C.; LEE, Y. Intelligent integrated plant operation system for six sigma. **Annual Reviews in Control**, v.26, p.27-43, 2002.
- HAN, J.; KAMBER, M. **Data mining – concepts and techniques**. 1. ed. New York: Morgan Kaufmann, 2000.
- HARE, L. B.; HOERL, R. W.; HROMI, J. D.; SNEE, R. D. The role of statistical thinking in management. **Quality Progress**, p.53-60, 1995.
- HARRY, M. J. Six sigma: a breakthrough strategy for profitability. **Quality Progress**, p.60-64, May 1998.
- HARRY, M. J.; SCHROEDER, R. **Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. New York: Doubleday, 2000.
- HAYES, R.; PISANO, G. Beyond world-class: the new manufacturing strategy. **Harvard Business Review**, Jan-Feb 2004.
- HENDERSON, K. M.; EVANS; J. R. Successful implementation of six sigma: benchmarking General Electric Company. **Benchmarking: an International Journal**, v.7, n.4, p.260-281, 2000.
- HOERL, R. W. Six sigma and the future of the quality profession. **Quality Progress**, v.31, n.6, p.35-42, 1998.
- HOERL, R. W. Six sigma black belts: what do they need to know? **Journal of Quality Technology**, v.33, n.4, p.391-406, 2001.
- HOQUE, Z.; MIA, L.; ALAM, M. Market competition, computer-aided manufactured and use of multiple performance measures: an empirical study. **British Accounting Review**, v. 33, p. 23-45, 2001.
- INGLE, S.; ROE, W. Six sigma black belt implementation. **The TQM Magazine**, v.13, n.4, p.273-280, 2001.
- ISHIKAWA, K. **What is total quality control? The Japanese way**. New Jersey: Prentice Hall, 1985.
- JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. **Contabilidade Gerencial: a restauração da**

**relevância da contabilidade nas empresas.** Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JOSHI, M. P.; KATHURIA, R.; PORTH, S. Alignment of strategic priorities and performance: an integration of operations and strategic management perspectives. **Journal of Operations Management**, v.21, p. 353-369, 2003.

JURAN, J. M. **Juran on leadership for quality: an executive handbook.** New York: Free Press, 1989.

KAYDOS, W. **Measuring, managing and maximizing performance.** Portland: Productivity Press, 1991.

KAPLAN, R.; NORTON, D. **Estratégia em ação: balanced scorecard.** Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KENNERLEY, M.; NEELY, A. A framework of the factors affecting the evolution of performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**. v.22, n.11, p.1222-1245, 2002.

KLEFSJÖ, B.; WIKLUND, H.; EDGEMAN, R. L. Six sigma sees as a methodology for total quality management. **Measuring Business Excellence**, v.5, n.1, p.31-35, 2001.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle.** São Paulo: Atlas, 1998

LAURINDO, F. J. B.; SHIMIZU, T.; CARVALHO, M. M.; RABECHINI JR, R. O papel da tecnologia da informação (TI) na estratégia das organizações. **Gestão & Produção**, v.8, n.2, p.160-179, Ago 2001.

LAURINDO, F. J. B. A tecnologia da informação e o Seis Sigma. In: ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo: Atlas, 2002.

LEBAS, Michel J. Performance measurement and performance management. **Int. J. Production Economics**, v.41, p.23-45, 1995.

LEITNAKER, M. G.; SANDERS, R. D.; HILD, Cheryl. **The power of statistical thinking: improving industrial processes.** Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1996, 519p.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER R. G.; ZAHEER, S.; CHOO, A. S. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal of Operations Management**, v.21, p.193-200, 2003.

LITTLE, B. "Six Sigma" techniques improve the quality of e-learning. **Industrial and Commercial Training**, v.35, n.3, p.104-108, 2003.

LOHMAN, C.; FORTUIN, L.; WOUTERS, M. Designing a performance measurement system: A case study. **European Journal of Operational Research**, v.156, p.267-286, 2004.

MACEDO-SOARES, T. D. L. V. A.; RATTON, C. A. Medição de desempenho e estratégias orientadas para o cliente: resultados de uma pesquisa de empresas líderes no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, v.39, n.4, p.46-59, 1999.

MALLOWS, C. The zeroth problem. **American Statistician**, v.52, p.1-9, 1998.

MARTINS, R. A.; SALERNO, M. S. Uso dos sistemas de medição de desempenho:

estudos de casos. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INDUSTRIAIS, 2. 1999, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: POI/FGV-SP, 1999. p.317-330.

MARTINS, R. A. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso.** 1999. v.1. Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1999.

MARTINS, R. A. The use of performance measurement information as a driver in designing a performance measurement system. In: NEELY, A.; WALTER, Angela; AUSTIN, R. **Performance Measurement and Management: research and action.** Proceedings of The Third International Conference on Performance Measurement and Management, Boston, MA, USA, 17-19 July 2002, p.371-378, 2002.

McADAM, R.; BAILIE, B. Business performance measures and alignment impact on strategy: the role of business improvement models. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22 n.9, p.972-996, 2002.

McADAM, R.; LAFFERTY, B. A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change? **International Journal of Operations & production Management**, v.24, n.5, p.530-549, 2004.

McFADDEN, F. R. Six-sigma quality programs. **Quality Progress**, p.37-42, June 1993.

MCMANN, P.; NANNI I, A. J. Is your company really measuring performance? **Management Accounting**, p.55-58, Nov 1994.

MCCANN III, J. E; BUCKNER, M. Strategically integrating knowledge management initiatives. **Jornal of Knowledge Management**, v.8, n.1, p.47-63, 2004.

MERLI, G. **Eurochallenge: the TQM approach to capturing global markets.** IFS: UK, 1993.

MILES, R.; SNOW, C. **Organizational strategy: structure and process.** New York: McGraw Hill Book Company, 1978.

MILLER, D. Configurations of strategy and structure. **Strategic Management Journal**, v.7, p.233-250, 1986.

MILLER, D. Relating Porter's business strategies to environment and structure. **Academy of Management Journal**, v.31, p.280-308, 1988.

MILLER, C. C.; CARDINAL, L. B. N Strategic planning and firm performance: a synthesis of more than decades of research. **Academy of Management Journal**, v.37, n.6, p.1649-1665, 1994.

MITCHELL, B. The Six Sigma appeal. **Engineering Management Journal**, p.41-47, Feb 1992.

MITRA, A. Six sigma education: a critical role for academia. **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.293-302, 2004.

MOORE, D. S. "Uncertainty", on the shoulders of giants. **National Academy Press**, p.41-47, 1990.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4<sup>a</sup>.ed. Rio de Janeiro: LTC editora, 2004, 513p.

- MONTGOMERY, C.; PORTER, M. **Estratégia: a busca da vantagem competitiva**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- MORAES, G. D. A.; TERENCE, A. C.; ESCRIVÃO FILHO, E. A tecnologia da informação como suporte à gestão estratégica da informação na pequena empresa. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**. V.1, n.1m p.28-44, 2004.
- MORGAN, R. E.; STRONG, C. A. Business performance and dimensions of strategic orientation. **Journal of Business Research**, v.56, p.163-176, 2003.
- MOTWANI, J.; KUMAR; ANTONY, J. A business process change framework for examining the implementation of six sigma: a case study of Dow Chemicals. **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.273-283, 2004.
- NAKANO, D. N.; FLEURY, A. C. C. Métodos de pesquisa na engenharia de produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), VXi., 1996, Piracicaba **Anais...** Piracicaba: UNIMEP-ABEPRO, 1996, CD-ROM.
- NARVER, J. C.; SLATER, S. F. The effect of a market orientation on business profitability. **Journal of Marketing**, v.54, p.20-35, Oct 1990.
- NEELY, A. D.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v.15, n. 4, p.80-116, 1995.
- NEELY, A. D.; MILLS, J. F., PLATTS, K. W.; GREGORY, M.; RICHARDS, A. H. Performance measurement system design: should process based approaches be adopted? **Int. J. Production Economics**, v.46, p.423-431, 1996
- NEELY, A. D., RICHARDS, A. H., MILLS, J. F., PLATTS, K. W.; BORNE, M. C. S. Designing performance measures: a structured approach. **International Journal of Operations & Production Management**, v.17, n.11, p.1131-1152, 1997.
- NEELY, A. D. **Measuring business performance: why, why and how**. London: Economist Books, 1998.
- NEELY, A. D. The performance measurement revolution: why now and what next? **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, n.2, p.205-228, 1999.
- NEELY, A. D.; ADAMS, C.; CROWE, P. The performance prism in practice. **Measuring Business Excellence**, v.5, n.2, p.6-12, 2001.
- NOLAN, T. W.; PROVOST, L. P. Understanding variation. **Quality Progress**, p.70-78, May 1990.
- PANDE, P.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2001.
- PAPKE-SHIELDS, K. E.; MALHOTRA, M. K. Assessing the impact of the manufacturing executive's role on business performance through strategic alignment. **Journal of Operations Management**, v.19, p.5-22, 2001.
- PINTO, S. H. B. **Tendências dos programas de melhoria da qualidade: um survey em empresas de grande porte**. Doutorado (Tese). São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2005.

- PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1999.
- PETRUCCELLI, J. D.; NANDRAM, B.; CHEN, M. **Applied statistics for engineers and scientists**. New Jersey: Prentice-Hall. 1999.
- PETTY, R.; GUTHRIE, J. Intellectual capital: literature review. **Journal os Intellectual Capital**, v.1, n.2, p.155-176, 2000.
- PFEIFER, T.; RESSIGER, W.; CANALES, C. Integrating six sigma with quality management systems. **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.241-249, 2004.
- PHEBY, J. **Methodology and economics: a critical introduction**. London: Macmillan Press, 1988.
- PMBOK® *Guide*. A guide to the project management body of knowledge. 3<sup>rd</sup> Ed. **Project Management Institute**, USA, 2004.
- PORTER, T. M. **The rise of statistical thinking**. New Jersey: Princeton University Press, 1986a.
- PORTER, M. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- PORTER, M. E. What is strategy? **Harvad Business Review**, p.61-78, Nov-Dec 1996.
- PRATES, G. A.; OSPINA, M. T. Tecnologia da informação em pequenas empresas: fatores de êxito, restrições e benefícios. In: **Revista de Administração Contemporânea**. Rio de Janeiro: ANPAD, v.8, n.2, Abril/Junho, 2004.
- PYZDEK, T. Why normal distributions aren't? **Quality Engineering**, v.7 n.4, p.769-777, 1995.
- QUALITY PRESS. **Glossary and tables for statistical quality control**. Milwaukee: Quality Press, 1996.
- QUINN, J. B.; MINTZBERG, H. **The strategy process: concepts, contexts, cases**. New Jersey: Prentice Hall, 1991.
- RADNOR, Z. J.; BOADEN, R. Developing an understanding of corporate anorexia. **International Journal of Operations & Production Management**, v.24, n.4, p.424-440, 2004.
- RAISINGHANI, M. S. Six sigma: concepts, tools, and applications. **Industrial Management & Data Systems**, v.105, n.4, p.491-505, 2005.
- RAMASWAMY, K.; THOMAS, A. S.; LITSCHERT, R. J. Organizational performance in a regulated environment: the role of strategic orientation. **Strategic Management Journal**, v.15, p.63-74, 1994.
- RAJAGOPALAN, N. Strategic orientations, incentive plan adoptions, and firm performance: evidence from electric utility firms. **Strategic Management Journal**, v.18, p.761-785, 1996.
- REVERE, L.; BLACK, K. Integrating six sigma with total quality management: a case example for measuring medication errors. **Journal of Healthcare Management**, v.48, n.6, p.377-391, 2003.

- RIBEIRO, L. M. M.; CABRAL, J. A. S. The use and misuse of statistical tools. **Journal of Materials Processing Technology**, v.92, p.288-292, 1999.
- ROBINSON, R. B.; PEARCE, J. A. II. Planned patterns of strategic behavior and their relationship to business-unit performance. **Strategic Management Journal**, v.9, p.43-60.
- ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SANDERS, D.; HILD, C. R. A discussion of strategies for six sigma implementation. **Quality Engineering**, v.12, n.3, p.303-309, 2000a.
- SANDERS, D.; HILD, C. R. Six Sigma on business processes: common organizational issues. **Quality Engineering**, v.12, n.4, p.603-610, 2000b.
- 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**, n.1, p.1-14, Dez. 2003.
- SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Pensamento estatístico: um componente primordial para o sucesso do programa de qualidade seis sigma. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004. **Anais...** Florianópolis, SC, Nov. 2004, CD-ROM.
- SCHIPPERS, W. A. J. Applicability of statistical process control techniques. **Int. J. Production Economics**, v.56, p.525-535, 1998.
- SCHIPPERS, W. A. J. Structure and applicability of quality. 2000. v.1. Tese (Doutorado). Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2000.
- SCHROEDER, R. G.; LINDERMAN, K. LIEDTKE, C.; CHOO, A. S. Six sigma: old wine in new bottles? **Working Paper**. Carlson School of Management, University of Minnesota, Dec., 2002.
- SEHWAIL, L. & DEYONG, C. Six sigma in health care. **International Journal of Health Care Quality Assurance**. v.16, n.4, p.i-v, 2003.
- SENAPATI, N. R. Quality and reliability corner six sigma: myths and realities. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.21, n.6, p.683-690, 2004.
- SINK, D. S. The role of measurement in achieving world class quality and productivity management. **Management Strategies**, p.23-29, June 1991.
- SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.
- SLATER, S. F.; NARVER, J. C. Does competitive environment moderate the market orientation-performance relationship? **Journal of Marketing**, v.58, p.46-55, Jan 1990.
- SMITH, T. M.; REECE, J. S. The relationship of strategy, fit, productivity, and business performance in a service setting. **Journal of Operations Management**, v.17, n.2, p.145-161, 1999.
- SNEE, R. D. Statistical thinking and its contribution to total quality. **The American Statistician**, v.44, n.2, p.116-121, 1990.

- SNEE, R. D. Impact of six sigma on quality engineering. **Quality Engineering**, v.12, n.3, 2000.
- SNEE, R. D. Dealing with the Achilles' heel of six sigma initiatives. **Quality Progress**, p.66-72, Mar. 2001.
- SNEE, R.; RODEBAUGH Jr, W. F. The project selection process. **Quality Progress**, p.78-80, Sep. 2002.
- SULLIVAN, L. P. Reducing variability: a new approach to quality. **Quality Progress**, v.17 n.7, p.15-21, July 1984.
- SULLIVAN, P. H. Profiting form intellectual capital. **Journal of Knowledge Management**, v.3, n.2, p.132-142, 1999.
- SUWIGNJO, P.; BITITCI, U. S.; CARRIE, A. S. N. Quantitative models for performance measurement system. **Int. J. Production Economics**, v.64, p.231-241, 2000.
- SVEIBY, K. E. **A nova riqueza das organizações: gerenciando e avaliando o patrimônio do conhecimento**. Campus: Rio de Janeiro, 1998.
- TADIKAMALLA, P. R. The confusion over six-sigma quality. **Quality Progress**, p.83-85, Nov. 1994.
- USOFF, C. A.; THIBODEAU, J. BURNABY, P. The importance of intellectual capital and its effect on performance measurement systems. **Managerial Auditing Journal**, v.17, n.1, p.9-15, 2002.
- VALLE, B. M. Tecnologia da informação no contexto organizacional. **Ciência da Informação**, v. 25, n.1, 1996.
- VERWEIRE, K.; BERGHE, Van Den L. Integrated performance management: adding a new dimension. **Management Decision**, v.41, n.8, p.782-790, 2003.
- WESSEL, G.; BURCHER, P. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.264-272, 2004.
- WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- WOMACK, J.; JONES, D. **Lean thinking**. New York: Simon & Schuster, 1996.
- WOODALL, W. H. Controversies and contradictions in statistical process control. **Journal of Quality Technology**, v.32, n.4, p.314-350, 2000.
- WRIGHT, P.; KROLL, M.; PRAY, B.; LADO, A. Strategic orientations, competitive advantage, and business performance. **Journal of Business Research**, v.33, p.143-151, 1995.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZINKGRAF, S. A. An overview of operational excellence and Six Sigma in Allied Signal. **ASQ's 52<sup>th</sup> Annual Quality Congress Proceeding**, p.173-175, 2000.



# Apêndice A

---

Protocolo de Coleta de Dados para Estudo de  
Caso



# PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS PARA ESTUDO DE CASO

## TEMA DA ENTREVISTA

**IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE QUALIDADE SEIS SIGMA**

## OBJETIVO

*Coletar informações sobre o processo de implementação do Programa de Qualidade Seis Sigma, bem como práticas adotadas pela empresa. A idéia central é agregar resultados de experiências reais às discussões teórico/acadêmicas que envolvem a abordagem do Seis Sigma como um todo.*

*ESTRUTURA DA entrevista*

## DADOS DO ENTREVISTADO

Nome:

Posição atual:

Telefone para contato:

Endereço:

e-mail:

### I. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

1. Nome da corporação/unidade de negócio:
2. Ano de fundação da unidade de negócio / site / planta:
3. Setor de mercado:
4. Número de funcionários:
5. Posição de mercado:
6. Faturamento anual (se puder informar):

## II. ASPECTOS RELATIVOS À FILOSOFIA, À DEFINIÇÃO DE SEIS SIGMA E AO MOTIVO DOS INVESTIMENTOS NO SEIS SIGMA

7. Quando, como e por que a empresa investiu no Seis Sigma?
8. No início, quais foram as principais dificuldades de implementação?
9. O Seis Sigma substituiu alguma outra iniciativa de melhoria da qualidade? Se sim, qual?
10. Como você define Seis Sigma?
11. O que é o programa Seis Sigma da empresa?
12. Há alguma diferença de filosofia do programa para as diferentes unidades de negócio?

## III. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROGRAMA SEIS SIGMA: SUAS ABORDAGENS, ESTRUTURA DE IMPLEMENTAÇÃO E GERENCIAMENTO.

13. No momento, em que fase se encontra o processo de implementação?
14. Em que se baseia a orientação estratégica da empresa para vencer a concorrência?
15. Na concepção da empresa, qual é o foco principal do Seis Sigma, estratégia ou estatística?
16. De que forma o Seis Sigma está relacionado com a estratégia competitiva?  
(*Abordagem estratégica*)
17. Como você avalia a importância da integração e do alinhamento estratégico na abordagem Seis Sigma? (*Abordagem estratégica*)
18. No seu treinamento, em que contexto foi abordado o pensamento estatístico?  
(*Abordagem estatística*)
19. Como o pensamento estatístico é compartilhado entre as pessoas? (*Abordagem estatística*)
20. O conhecimento das ferramentas estatísticas trouxe algum avanço para a resolução de problemas da rotina? (*Abordagem estatística*)
21. Em sua opinião, o Seis Sigma é um programa operacional, estratégico ou ambos?
22. Descreva sinteticamente a estrutura do programa Seis Sigma de sua empresa?
23. Como é feito o gerenciamento do programa (coordenação dos projetos, seleção dos projetos, definição, diretrizes, definição da equipe, etc)?
24. Como são definidas as diretrizes para que todos possam participar e contribuir para o sucesso do programa?

## IV. A FORMAÇÃO DOS ESPECIALISTAS, O COMPROMETIMENTO E O GERENCIAMENTO DOS PARTICIPANTES E RESPONSÁVEIS PELAS ATIVIDADES DO SEIS SIGMA.

25. Quantos especialistas já foram treinados? Quantos por ano?
26. Quantos especialistas estão dedicados em tempo integral e quantos em tempo parcial?
27. Como são selecionados os especialistas? Quais são os critérios de seleção?
28. Qual é o perfil de um *Black belt*? E de um *Green belt*?

29. Os especialistas são treinados na própria empresa ou por empresas de consultoria?

**V. GERENCIAMENTO DOS PROJETOS SEIS SIGMA, O USO DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO E FORMA DE CONTROLE DE RESULTADO.**

30. Até que ponto a estratégia de negócio influencia a implementação dos projetos Seis Sigma? Como se dá o feedback?
31. Como são definidos quais projetos Seis Sigma serão implementados? Quem define? Quais são os critérios?
32. Com relação à implementação dos projetos, qual(is) a(s) metodologia(s) utilizada(s)?
33. Como são medidos e acompanhados os resultados dos projetos Seis Sigma?
34. Qual a principal distinção entre um projeto Seis Sigma e os demais projetos de melhoria?
35. Em que se baseia o sistema de medição de desempenho da empresa?
36. Quais são as principais perspectivas/dimensões de desempenho avaliadas pelo sistema?
37. Você saberia citar alguns dos principais indicadores de desempenho utilizados em cada uma das perspectivas/dimensões.
38. De que forma o sistema de medição do desempenho está relacionado ao programa Seis Sigma?

**VI. OS FATORES DE SUCESSO E OS FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA**

39. A literatura acadêmica destaca alguns elementos chaves para o sucesso da implementação do programa Seis Sigma. Quais elementos você listaria como primordiais para o sucesso?
40. Em sua opinião quais fatores podem comprometer o sucesso da implementação do programa Seis Sigma?



# Apêndice B

---

**Questionário Utilizado na Segunda Etapa  
de Coleta de Dados**





Prezado Senhor(a):

O questionário que segue faz parte do trabalho de minha tese de doutorado, desenvolvida no Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Paulo.

O objetivo da pesquisa é obter dados sobre a estrutura de gestão e implantação do Programa Seis Sigma, os quais serão utilizados **COM FINS MERAMENTE ACADÊMICOS**.

Para colaborar com a pesquisa, basta preencher o questionário que segue. Isso levará poucos minutos de seu tempo e não comprometerá de forma alguma sua empresa, uma vez que ela não será identificada.

Antes do preenchimento, observe com atenção a descrição de cada item a ser respondido de forma objetiva. Para auxiliá-lo(a) foi estabelecida uma escala de **grau de importância ou concordância** que vai desde o nível 1, "Pouquíssima importância ou concordância", até o nível 5, "muitíssima importância ou concordância". Você deve classificar cada item avaliado de acordo com a escala de grau de importância.

Apenas uma resposta será validada como aquela que representa sua opinião quanto à forma como vem sendo implantado o Seis Sigma em sua Empresa.

Ao final do questionário, você encontra um campo em aberto onde pode acrescentar comentários ou sugestões.

Caso você tenha interesse, posso lhe enviar uma síntese dos principais resultados obtidos desta pesquisa. Para isso, preencha o campo que identifica seu e-mail, garantindo que este permanecerá em completo sigilo.

Desde já deixo meus sinceros agradecimentos pela atenção dispensada e pela colaboração para o avanço das pesquisas acadêmicas sobre Seis Sigma no Brasil.

**Adriana Barbosa Santos**



**Em caso de dúvida, ligue para:**

**(17) 97910710 ou (17) 32179582 ou (17) 32212227**

**Ou escreva para: [adriana@ibilce.unesp.br](mailto:adriana@ibilce.unesp.br) ou [ab\\_santos@westnet.com.br](mailto:ab_santos@westnet.com.br)**

o	Descrição dos itens para avaliação	Grau de importância				
<b>I - Estratégia e Alinhamento Estratégico</b>						
	A orientação estratégica que estabelece a estratégia do negócio influencia diretamente a definição dos projetos Seis Sigma.					
	O alinhamento estratégico é um requisito para definição dos projetos Seis Sigma.					
<b>II - Relação com o Desempenho do Negócio</b>						
	Os indicadores de desempenho do negócio servem como direcionadores dos projetos Seis Sigma.					
	Os resultados dos projetos Seis Sigma estabelecem um feedback estratégico para a organização sobre o desempenho do negócio.					
	Projetos Seis Sigma têm origem nas oportunidades identificadas no ambiente operacional.					
<b>III - Características do Programa Seis Sigma</b>						
	O Seis Sigma tem enfoque de programa estratégico e também de programa operacional.					
	O programa Seis Sigma integra objetivos e metas estratégicas aos objetivos e metas operacionais.					
<b>IV – Uso de Estatística</b>						
	A aplicabilidade das ferramentas utilizadas no DMAIC é imprescindível para melhorar a efetividade operacional.					
	O Seis Sigma depende da utilização do pensamento estatístico para criar uma gramática de comunicação organizacional adequada.					
0	Apenas o conhecimento das ferramentas estatísticas não é suficiente para o sucesso da implementação dos projetos Seis Sigma.					
1	O diferencial da metodologia Seis Sigma (DMAIC; DFSS) está na sistemática de aplicação das ferramentas.					
<b>V - Formação e Capacitação das pessoas</b>						
2	O comprometimento das pessoas no Seis Sigma independe de bonificações.					
3	O Seis Sigma é um reflexo da valorização do capital humano da organização.					
4	A divulgação dos resultados do Seis Sigma serve de estímulo para o comprometimento das pessoas.					
5	O Seis Sigma promove uma mudança cultural que eleva a aprendizagem organizacional.					
<b>VI – Tecnologia da Informação</b>						
6	Os investimentos em tecnologia da informação são determinantes para o sucesso do programa Seis Sigma.					
7	Infra-estrutura tecnológica para gerenciamento e implementação de projetos (softwares estatísticos; softwares para simulação; gestão de banco de dados; ferramentas para <i>Data mining</i> ; e CRM).					

8	O Seis Sigma estabelece requisitos, objetivos e metas para novas aplicações de tecnologia da informação.					
<b>VII – Requisitos Essenciais para Estruturar o Programa Seis Sigma</b>						
9	A orientação estratégica e o alinhamento estratégico são componentes primordiais no direcionamento e na priorização do foco da implementação dos projetos e do Programa Seis Sigma como um todo.					
0	Os indicadores de desempenho do negócio (financeiros e não financeiros) podem ser usados como direcionadores de projetos Seis Sigma, a partir da identificação das falhas ou oportunidades de melhoria dos processos críticos.					
1	A aplicação do pensamento estatístico é um elemento básico fundamental para valorização, compreensão e aplicação dos conceitos estatísticos que alicerçam as ações no contexto do Seis Sigma.					
2	O conhecimento das ferramentas estatísticas é um componente essencial, mas não suficiente, para garantir a obtenção de resultados concretos.					
3	A formação e capacitação das pessoas é um incremento ao capital intelectual, particularmente, capital humano da organização que impulsiona a aprendizagem organizacional.					

Preencha abaixo com comentários que você achar conveniente

**Tenho interesse nos resultados desta pesquisa** e-mail:

Assinale sua posição na equipe do Programa Seis Sigma:

<input type="checkbox"/>	Green belt treinado	<input type="button" value="Limpar"/>  <input type="button" value="Enviar"/>
<input type="checkbox"/>	Green belt certificado	
<input type="checkbox"/>	Black belt treinado	
<input type="checkbox"/>	Black belt certificado	
<input type="checkbox"/>	Master black belt	
<input type="checkbox"/>	Master black belt	
<input type="checkbox"/>	Champion	



# Apêndice C

---

## **O Teste do Sinal**



## O TESTE DO SINAL

Para efetuarmos o teste do sinal, consideremos que a variável resposta seja gerada a partir do seguinte modelo:

$$Y = M + \mathbf{e} \quad (1)$$

onde  $M$  é um parâmetro de locação e  $\mathbf{e}$  é um termo de erro aleatório que tem distribuição contínua cuja mediana é nula. Isto significa que a mediana da variável aleatória  $Y$  é  $M$ .

Assuma que  $\mathbf{e}$  não segue necessariamente uma distribuição definida é que, portanto, segue um modelo livre de distribuição (*distribution-free*). Suponha, ainda, uma amostra de  $n$  observações  $Y_i$ 's,  $i=1, \dots, n$  e que estas observações são geradas pela expressão (2), com  $\mathbf{e}_i$ 's independentes.

$$Y_i = M + \mathbf{e}_i \quad (2)$$

A realização de qualquer teste de hipóteses é baseada em um procedimento básico que inclui essencialmente quatro passos: definição das hipóteses; definição da estatística de teste e de sua distribuição; cálculo do valor P; e tomada de decisão. Estes passos serão descritos abaixo.

### 1. Hipóteses:

A hipótese nula considerada para o teste do sinal define que a mediana da população é igual a um valor conhecido especificado,  $M_0$ , ou seja,

$$H_0: M = M_0$$

Como hipóteses alternativas serão consideradas:

$$H_{A+}: M > M_0 \text{ (teste unilateral)}$$

$$H_{A-}: M < M_0 \text{ (teste unilateral)}$$

$$H_{A\pm}: M \neq M_0 \text{ (teste bilateral)}$$

## 2. Estatística de teste:

A estatística de teste para o teste do sinal é o número de observações  $Y_i$  que excedem  $M_0$ . Seja B esta estatística.

## 3. Valor P:

O valor P é a probabilidade, quando a hipótese nula é verdadeira, de se observar um valor para B que dá evidências contra  $H_0$  e em favor de  $H_A$ . Para calcular o valor P é preciso conhecer dois pontos principais: (1) qual é a distribuição de probabilidades de B; e (2) quando a estatística de teste dá evidências contra a hipótese nula e em favor da hipótese alternativa, considerando os dados observados.

Primeiramente, considere que, para as  $n$  observações independentes, ocorre um “sucesso” quando  $Y_i > M_0$ , e ocorre “fracasso” no caso contrário. Desde que os  $Y_i$ 's tenham a mesma distribuição, a probabilidade de sucesso  $p = P(Y_i > M_0)$  é a mesma para todo  $Y_i$ . Logo, a estatística de teste B é o número de sucessos na amostra de tamanho  $n$ .

Se  $H_0$  for verdadeira,  $M_0$  é a mediana da distribuição de  $Y$ , e isto significa que  $p$ , o valor da probabilidade de sucesso em cada ensaio, é igual a 0,5, ou seja, sob  $H_0$ , B tem distribuição binomial com parâmetros  $n$  e 0,5. Assim, a distribuição de probabilidades de B está identificada.

Para constituir evidência contra a hipótese nula e em favor da hipótese alternativa, temos três situações a considerar:

- (a) Se a hipótese alternativa é  $H_{A+}: M > M_0$  (teste unilateral), então quanto maior for o valor de B mais consistente com  $H_A$  e menos com  $H_0$ . Logo,  $P_+ = P(B \geq b^*)$ , onde  $b^*$  denota o valor observado da estatística de teste.
- (b) Se a hipótese alternativa é  $H_{A-}: M < M_0$  (teste unilateral), então quanto menor for o valor de B mais consistente com  $H_A$  e menos com  $H_0$ . Logo,  $P_- = P(B \leq b^*)$ .
- (c) Se a hipótese alternativa é  $H_{A\pm}: M \neq M_0$  (teste bilateral), então  $P_{\pm} = P(|B| \geq b^*)$ .

Aplicando a aproximação normal para a binomial,

$$\frac{B - np}{\sqrt{np(1-p)}} \sim N(0;1) \quad (3)$$

O cálculo do valor  $P_+$ , usando a aproximação normal com correção de continuidade, e supondo  $H_0$  verdadeira, decorre de (4).

$$\begin{aligned} P_+ &= P(B \geq b^*) \\ &= P(B \geq b^* - 0,5) \\ &= P\left(\frac{B - 0,5n}{\sqrt{0,25n}} \geq \frac{b^* - 0,5n - 0,5}{\sqrt{0,25n}}\right) \\ &\approx P(Z \geq z_s^*) \end{aligned} \quad (4)$$

onde  $Z \sim N(0; 1)$  e  $z_s^* = \frac{b^* - 0,5n - 0,5}{\sqrt{0,25n}}$ .

De forma similar, podemos aproximar  $P_-$  calculando  $P(Z \leq z_i^*)$ , onde

$$z_i^* = \frac{b^* - 0,5n + 0,5}{\sqrt{0,25n}}.$$

O valor de  $P_{\pm}$  é obtido calculando  $2 \min \{ P(Z \leq z_i^*); P(Z \geq z_s^*) \}$ .

Portanto, o cálculo do valor  $P$  permite verificar se há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula.

#### 4. Tomada de decisão:

A tomada de decisão consiste em verificar se há evidência suficiente contra a hipótese nula. Para isso, devemos usar a regra de decisão baseada no nível de significância  $\alpha$ . Assim, se o valor de  $P$  for superior a  $\alpha$ , então, não há evidências contra a hipótese nula. Caso contrário, as evidências são em favor da hipótese alternativa.

Esta regra é válida para qualquer das hipóteses alternativas mostradas acima.

Além do já citado, é importante mencionar que o teste do sinal não requer a suposição de que a população seja normalmente distribuída e, em muitas aplicações, este teste é usado em lugar do teste  $t$  para uma amostra quando a suposição

de normalidade é questionável. Ele é menos poderoso do que outros testes não paramétricos, no entanto, tem a vantagem de não impor qualquer condição sobre a simetria da distribuição de  $Y$ .

O teste do sinal pode também ser aplicado quando as observações na amostra de dados estão ordenadas, isto é, dados ordinais em vez de medição direta.

.....

Para mais detalhes sobre o teste do sinal consulte PETRICCELLI et al. (1999, p.641).