

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

**INFLUÊNCIA DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NOS PROJETOS SEIS SIGMA:
ESTUDOS DE CASO**

Ricardo Coser Mergulhão

SÃO CARLOS

2007

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

**INFLUÊNCIA DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NOS PROJETOS SEIS SIGMA:
ESTUDOS DE CASO**

Ricardo Coser Mergulhão

Tese 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 Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador:

Prof. Dr. Roberto Antonio Martins

SÃO CARLOS

2007

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

M559im

Mergulhão, Ricardo Coser.

Influência da medição de desempenho nos projetos seis sigma : estudos de caso / Ricardo Coser Mergulhão. -- São Carlos : UFSCar, 2007.

219 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2007.

1. Gestão da qualidade. 2. Sistema de medição de desempenho. 3. Desempenho - medição. 4. Seis sigma. 5. Melhoria contínua. I. Título.

CDD: 658.562 (20^a)



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Rod. Washington Luis, Km. 235 - CEP. 13565-905 - São Carlos - SP - Brasil
Fone/Fax: (016) 3351-8236 / 3351-8237 / 3351-8238 (ramal: 232)
Email : ppgep@dep.ufscar.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Ricardo Coser Mergulhão

TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA E APROVADA EM 01/06/2007 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Roberto Antonio Martins
Orientador(a) PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Antônio Freitas Rentes
EESC/USP

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Mariano de Souza
IEPG/UNIFEI

Profª Drª Marly Monteiro de Carvalho
POLI/USP

Prof. Dr. Luiz César Ribeiro Carpinetti
EESC/USP

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

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre ao meu lado, dando constante esperança e vigor;

Aos meus queridos pais Rui e Edna, pelo amor, incentivo e compreensão;

Ao meu querido irmão “Ruizinho”, pelo amor, disposição e incentivo;

Ao meu amigo e orientador Roberto Antonio Martins, pela orientação, incentivo, dedicação, seriedade e competência, que me serviram para concretizar essa tese e também como referência para um amadurecimento profissional e pessoal;

Ao meu amigo João Batista Turrioni, pelo incentivo e contribuições;

A todos os amigos da pós-graduação do DEP/UFSCar, em especial a Eduard Pranic, Zuin, Luciano Silva Lima, Raïssa, Gerusa, Daniel Jugend, González, Giancarlo, Rosicler, Carrizo, Roniberto, Tatiane, Aline, Luciane, Aninha, Luciano Campanini, Miguel Borrás, Gazolla, Itamar, Luiz Goessler, Sandro, João Leal, Sílvio, Márcia Onoyama, Sabrina, Timóteo, João Guilherme, Batalha, Karine, Carla, Gisele e Thais, pelos mais diversos momentos;

A Deise Mota Alves, pela disposição em ajudar nos momentos decisivos;

A Jean, Aline, Dona Lourdes e Sr. Lopes, pelo apoio e carinho;

A Paulo Cesar Sanches, Guita Stoler, Fernando Cordeiro, Paulo César Madi e Tuta, pela presteza e competência no atendimento;

Aos docentes e funcionários do DEP/UFSCar, em especial aos professores Dário, Toledo, Pedro, Caju, Júlio e Edemilson, e aos funcionários Raquel, Leandro e Murilo;

Aos docentes e funcionários do DECEA/UFOP, em especial ao Carlos, Rafael e Wallon, pela presteza em ajudar, e aos funcionários Cássia, Simone, Mário e Fábio;

À CAPES, pela bolsa;

Ao CNPq, pelo auxílio nas viagens e hospedagens;

Às empresas que contribuíram, abrindo suas portas a essa pesquisa;

Aos professores Roberto Gilioli Rotondaro, Antonio Freitas Rentes, Manoel Fernando Martins, Marly Monteiro de Carvalho, Luiz Gonzaga Mariano de Souza e Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti, pelas contribuições que ajudaram a aprimorar esse trabalho; e

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, sem medir esforços, para a realização dessa tese.

“A felicidade pode ser definida, pelo menos em parte, como o fruto da capacidade e do desejo de sacrificar o que queremos agora em função do que queremos futuramente.”

Stephen R. Covey

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 Introdução.....	1
1.1 Estrutura do trabalho	5
2 Seis Sigma	7
2.1 Breve Histórico do Seis Sigma.....	7
2.2 Seis Sigma como Evolução da Gestão pela Qualidade Total.....	8
2.3 Diferentes Visões do Seis Sigma.....	9
2.3.1 Perspectiva estatística.....	11
2.3.2 Perspectiva do negócio	14
2.4 Indicadores de Desempenho do Programa Seis Sigma	16
2.4.1 Terminologia e indicadores de desempenho do Seis Sigma.....	16
2.4.2 Considerações sobre os indicadores de desempenho do Seis Sigma.....	21
2.5 Treinamento e estrutura hierárquica do Seis Sigma	23
2.6 Projetos Seis Sigma	28
2.6.1 Escopo	29
2.6.2 Seleção.....	30
2.6.3 Contabilização dos ganhos	32
2.6.4 Métodos de melhoria	34
2.6.5 Técnicas utilizadas.....	46
2.7 Implementação	47
2.7.1 Razões para implementação do Seis Sigma	47
2.7.2 Abordagens para implementação.....	49
2.7.3 Fatores críticos na implementação	52
2.8 Seis Sigma e outras abordagens de melhoria.....	57
2.9 Considerações finais sobre o Seis Sigma	61

3	MEDIÇÃO DE DESEMPENHO	63
3.1	Gestão do Desempenho	63
3.2	Desempenho	65
3.3	Inadequação da medição de desempenho tradicional.....	67
3.4	Revolução na medição de desempenho	70
3.5	Dimensões da medição de desempenho	72
3.5.1	Medidas de desempenho individuais.....	72
3.5.2	Sistemas de medição de desempenho.....	74
3.5.3	Ambiente	77
3.6	Estruturas de Sistemas de Medição de Desempenho.....	78
3.6.1	Performance Pyramid	78
3.6.2	Balanced Scorecard (BSC)	79
3.6.3	Performance Prism	82
3.7	Desenvolvimento	84
3.8	Implementação	86
3.9	Uso da informação da medição de desempenho.....	89
3.10	Revisão contínua	94
3.11	Dinâmica da Medição de Desempenho	96
3.12	Considerações finais sobre a medição de desempenho	100
3.13	Medição de desempenho como suporte ao Seis Sigma	101
4	PESQUISA DE CAMPO	111
4.1	O Processo de Pesquisa	111
4.2	Tipo de Argumentação Lógica	112
4.3	Abordagem da Pesquisa	114
4.4	Método de Procedimento.....	114
4.4.1	Coleta de Dados e Análise dos Resultados.....	117
4.4.2	Critérios para julgamento da qualidade do estudo de caso.....	119
4.4.3	Síntese do projeto do estudo de caso	121
4.5	Estudos de caso.....	121
4.5.1	Empresa de Produtos de Telecomunicações.....	122
4.5.2	Empresa de Papel e Celulose.....	129
4.5.3	Fornecedora da Linha Branca.....	137
4.5.4	Fornecedora da Indústria Automotiva	143
4.5.5	Empresa Financeira	150

5 ANÁLISES E CONCLUSÕES	160
5.1 Análises intracasos	160
5.1.1 Análise da Fabricante de Produtos de Telecomunicações.....	160
5.1.2 Análise da Empresa de Papel e Celulose.....	165
5.1.3 Análise da Fabricante de Produtos para Linha Branca.....	169
5.1.4 Análise da Fabricante de Peças Automotivas.....	172
5.1.5 Análise da Empresa do Setor Financeiro.....	175
5.2 Análise intercasos	180
5.3 Conclusões.....	195
5.4 Recomendações para trabalhos futuros	199
Referências bibliográficas	202
Apêndice A – Protocolo de Pesquisa.....	216

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Entradas e saídas de um processo de produção	12
FIGURA 2.2 – Deslocamento de 1,5 desvios-padrão	12
FIGURA 2.3 – Estrutura hierárquica do Seis Sigma.....	25
FIGURA 2.4 – Método DMAIC	35
FIGURA 2.5 – Efeito funil do método DMAIC.....	36
FIGURA 2.6 – Visão das áreas de melhoria	37
FIGURA 2.7 – O ciclo de hipótese/análise da causa-raiz	43
FIGURA 2.8 – Visão sistêmica do Seis Sigma	61
FIGURA 2.9 – Visão parcial do relacionamento entre projetos seis sigma e SMD.....	62
FIGURA 3.1 – O processo de gestão do desempenho	63
FIGURA 3.2 – Ciclo fechado de desdobramento e <i>feedback</i>	64
FIGURA 3.3 – O processo de gestão do desempenho e o SMD	65
FIGURA 3.4 – Modelo causal de desempenho	66
FIGURA 3.5 – Visão sistêmica da medição de desempenho	72
FIGURA 3.6 – Grupos de características de um SMD do negócio.....	75
FIGURA 3.7 – Temas associados à medição de desempenho	77
FIGURA 3.8 – <i>Performance Pyramid</i>	79
FIGURA 3.9 – As Quatro Perspectivas do <i>Balanced Scorecard</i>	81
FIGURA 3.10 – O <i>Performance Prism</i>	82
FIGURA 3.11 – Processo de desenvolvimento do SMD	85
FIGURA 3.12 – Modelo para o desenvolvimento de um SMD com base no uso.....	86
FIGURA 3.13 – Visão do SMD em camadas integradas	90
FIGURA 3.14 – Inter-relação do controle e melhoria.....	91
FIGURA 3.15 – O relacionamento entre medição de desempenho e ação	92
FIGURA 3.16 – Forças que impactam na evolução e mudança dos SMDs.....	97
FIGURA 3.17 –Fatores que afetam a evolução dos SMDs.....	98
FIGURA 3.18 – Visão sistêmica da medição de desempenho	101
FIGURA 3.19 – Visão parcial do relacionamento entre SMD e projetos seis sigma.....	101
FIGURA 3.20 – Medição de desempenho como suporte à melhoria contínua	104
FIGURA 3.21 – Relacionamento entre SMD e projetos seis sigma	110
FIGURA 4.1 – O processo de pesquisa.....	111
FIGURA 4.2 – Características do método de pesquisa adotado.....	119
FIGURA 4.3 – Hierarquia do Seis Sigma da Fornecedora da Indústria Automotiva	145

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – Escala Sigma	13
QUADRO 2.2 – Sistema <i>Belt</i>	24
QUADRO 2.3 – Currículo <i>Black Belt</i> recomendado.....	27
QUADRO 2.4 – Áreas de medição de um processo.....	41
QUADRO 2.5 – Três níveis de objetivos Seis Sigma	48
QUADRO 2.6 – Etapas iniciais para implementação do Seis Sigma.....	50
QUADRO 3.1 – Fatores que influenciam a revolução na medição de desempenho.....	71
QUADRO 3.2 – Fatores do ambiente interno que afetam a medição de desempenho.....	78
QUADRO 3.3 – Principais propostas de estruturas de SMDs	83
QUADRO 3.4 – Fatores facilitadores e inibidores da implementação de um SMD	88
QUADRO 3.5 – Características dos métodos de diagnósticos da medição de desempenho....	95
QUADRO 3.6 – Modelo de maturidade para a medição de desempenho.....	99
QUADRO 3.7 – Medição de desempenho no suporte à melhoria contínua.....	105
QUADRO 4.1 – Tipos de métodos de procedimentos	115
QUADRO 4.2 – Táticas do estudo de caso para quatro testes	120
QUADRO 4.3 – Síntese do projeto do estudo de caso.....	121
QUADRO 4.4 – Características dos <i>Belts</i> na Empresa de Produtos de Telecomunicações...	125
QUADRO 4.5 – Características dos <i>Belts</i> na Empresa de Papel e Celulose.....	132
QUADRO 4.6 – Características dos <i>Belts</i> na Fornecedora da Linha Branca.....	139
QUADRO 4.7 – Caracterização dos <i>Belts</i> na Fornecedora da Indústria Automotiva.....	145
QUADRO 4.8 – Características dos <i>Belts</i> na Fornecedora Empresa Financeira	153
QUADRO 5.1 – Aspectos gerais do Seis Sigma entre as empresas estudadas	181
QUADRO 5.2 – Relacionamentos entre medição de desempenho e projetos seis sigma.....	185

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	<i>Activity Based Costing</i>
ASQ	<i>American Society for Quality</i>
BSC	<i>Balanced ScoreCard</i>
CCQ	Círculos de Controle da Qualidade
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
COPQ	<i>Cost of Poor Quality</i>
CTQ	<i>Critical to Quality</i>
DFSS	<i>Design for Six Sigma</i>
DMAIC	<i>Define-Measure-Analyse-Improve-Control</i>
DOE	<i>Design of Experiments</i>
ERP	<i>Electronic Resource Planning</i>
FMEA	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>
GPD	Gestão pelas Diretrizes
GRD	Gestão da Rotina Diária
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
MBF	<i>Management by Fact</i>
PE	<i>Process Excellence</i>
PNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
ppm	Partes por milhão
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
R&R	Repetitibilidade & Reprodutibilidade
ROI	<i>Return on Investment</i>
SIPOC	<i>Suppliers – Inputs – Process – Outputs – Customers</i>
SMD	Sistema de Medição de Desempenho
TI	Tecnologia da Informação
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

RESUMO

Seis Sigma e medição de desempenho são assuntos atuais que estão sendo discutidos e pesquisados tanto pela prática quanto pela academia. O *Programa Seis Sigma* vem se destacando como um programa de melhoria, com resultados positivos atingidos num curto prazo por meio de *Projetos Seis Sigma*. No entanto, como em outras abordagens de melhoria, alguns fatores podem influenciar nos resultados desses projetos. Paralelamente a isso, a medição de desempenho exerce um importante papel no suporte aos programas de melhoria, atuando como uma barreira ou facilitador. Nesse sentido, a medição de desempenho torna-se uma condição necessária para o sucesso dos *Projetos Seis Sigma*. Todavia, uma revisão bibliográfica constatou que não existem trabalhos acadêmicos detalhados sobre esses dois temas simultaneamente. Em vista disso, o objetivo desta tese é investigar a influência da medição de desempenho nos *Projetos Seis Sigma* com a intenção de destacar os fatores encontrados no desenvolvimento destes projetos. O método de pesquisa escolhido para este trabalho foi o do múltiplos estudos de caso do tipo explanatório. A pesquisa de campo foi realizada em cinco empresas de diferentes ramos da indústria. As evidências empíricas mostram que o desenvolvimento dos *Projetos Seis Sigma* é influenciado por diferentes fatores, estando alguns deles presentes em mais de uma empresa. Além disso, foi constatado que o desenvolvimento de *Projetos Seis Sigma* influencia a medição de desempenho, ou seja, existe uma influência recíproca entre *Projetos Seis Sigma* e medição de desempenho. Um fato observado como um ponto importante para o desenvolvimento dos *Projetos Seis Sigma* foi o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e as financeiras devido à orientação financeira dos *Projetos Seis Sigma*. Isso significa que esse fator exerce uma grande influência sobre os demais fatores que afetam o desenvolvimento dos *Projetos Seis Sigma*. Enfim, essa tese contribuiu tanto para a academia quanto para a prática das empresas, pois o conhecimento dos fatores que regem o relacionamento entre a medição de desempenho e os *Projetos Seis Sigma* pode auxiliar na estruturação de ambos e, com isso, promover a potencialização dos benefícios do *Programa Seis Sigma*.

Palavras-chave: sistemas de medição de desempenho; Seis Sigma; e melhoria contínua.

ABSTRACT

Six Sigma and performance measurement are subjects under investigation for practical and academic purposes. In this way, *Six Sigma Program* is a remarkable continuous improvement program with exceptional results in short term accomplished by *Six Sigma Projects*. Like others improvement approaches, some factors can influence the results of these projects. Beside this, the performance measurement plays an important role as a support to the continuous improvement program, acting as its inhibiting or enabling mechanism. In this sense, the performance measurement becomes a necessary condition to guarantee the success of *Six Sigma Projects*. Nevertheless, a bibliography review has shown the non-existence of detailed academic researches on these two topics, studied in the same work. Due to this, the objective of this thesis is to investigate the influence of the performance measurement on *Six Sigma Projects* with the intention of highlighting the factors found during the development of these projects. The explanatory multiple case studies has chosen as the research method for this work. In order to achieve the objective, a field research was conducted on five companies belong to different industrial sectors. The empirical evidences have shown that developments of *Six Sigma Projects* are influenced by different factors. Some of them were found in many companies. It was verified also that the development of *Six Sigma Projects* affects the performance measurement, better said, there is a reciprocal influence between *Six Sigma Projects* and performance measurement. Establishing relationships between financial and non-financial performance measures is an important issue to develop *Six Sigma Projects*, as observed, due to the financial orientation of *Six Sigma Projects*. It means that the factor mentioned above has a great impact over other ones that have also their influences on the development of *Six Sigma Projects*. At last, this thesis aimed a contribution to the academic as well as to practical purposes since knowledge about factors that rule the relationship between performance measurement and *Six Sigma Projects* can support the construction of a framework related to both aspects and, then, reinforcing the benefits of the *Six Sigma Program*.

Keywords: performance measurement systems; Six Sigma; and continuous improvement.

1 INTRODUÇÃO

É bem clara a necessidade de as organizações buscarem abordagens de melhoria como a Gestão pela Qualidade Total (GQT), Produção Enxuta e/ou Seis Sigma para alcançarem melhores resultados, em termos de qualidade do produto e redução de custos.

Dos vários programas que visam à melhoria contínua do negócio, o programa de melhoria da qualidade Seis Sigma, ou Seis Sigma, por meio do desenvolvimento de projetos seis sigma, vem recebendo atenção dos praticantes, segundo Sanders e Hild (2000) e Coronado e Antony (2002a), devido aos importantes resultados financeiros divulgados na década passada por corporações como a Honeywell (antiga Allied Signal), General Electric e Motorola. Isso fez com que ele recebesse atenção dos diretores e gerentes ao redor do mundo.

Embora o programa Seis Sigma seja bem difundido na prática, a academia, para Antony (2004), precisa aumentar a compreensão do que está acontecendo na prática das organizações em termos desse programa. Nesse contexto, Westbrook (1995) destaca que, nas últimas décadas, os ganhos científicos na área da gestão de operações têm surgido, principalmente, de desenvolvimentos práticos e não acadêmicos. Esse desenvolvimento prático apresentado por esse mesmo autor é ocasionado pela elevada competitividade dos mercados, tanto internacionais quanto nacionais. Esses mercados exigem que as empresas forneçam respostas rápidas de adaptação aos novos cenários econômicos mundiais. Essa velocidade faz com que o meio acadêmico esteja sempre atento às novas práticas de gestão de operações que surgem no Brasil e no mundo.

Apesar do crescente interesse dos dirigentes das organizações em implementar programas de melhoria, Tan et al. (2004) destacam que o processo de obter resultados por meio desses programas é complexo e envolve muitas variáveis. Falhas nos projetos seis sigma podem promover conseqüências negativas durante a implementação do programa Seis Sigma (RAISINGHANI, 2005). Uma característica importante do Seis Sigma, quando comparado a outras iniciativas de melhorias, é a ênfase nos dados para a tomada de decisão (ECKES, 2001). Nesse sentido, as organizações têm investido em sistemas de medição de desempenho (SMDs) para que elas não cometam erros como: deixar de medir, medir coisas de mais ou não usar o que foi medido (ECKES, 2001).

Segundo Attadia e Martins (2003) e Martins e Miranda (2005), os SMDs podem atuar como uma barreira ou facilitador no suporte aos programas de melhoria. Autores como Bititci et al. (1997) e Neely (1999) também reforçam a importância dos sistemas de

medição de desempenho para os programas de melhoria de desempenho organizacional. Bititci et al. (1997) argumentam que os SMDs tradicionais, por serem fundamentados em técnicas e métodos tradicionais, falham no apoio aos objetivos estratégicos das empresas e não promovem melhoramento contínuo sustentável. Segundo Neely (1999), os esforços de melhoria contínua requerem um SMD apropriado porque, antes de se estabelecer o que precisa ser melhorado, é preciso identificar onde e por que o desempenho está pobre. Outra razão de medir o desempenho é o uso da informação como suporte à tomada de decisão nas atividades de planejamento, controle e melhoria do desempenho organizacional (MARTINS, 1998). Esse mesmo autor defende que a informação precisa ter um formato diferente para cada uma dessas três atividades, uma vez que elas têm finalidades diferentes. Taylor e Wright (2006) também destacam o papel exercido pela medição de desempenho, que compreende os SMDs, ao suportar as atividades de melhoria contínua.

Nesse sentido, a medição de desempenho é um dos elementos mais importantes da infra-estrutura do processo de melhoria contínua. Isso é reforçado por Martins e Miranda (2005) e Martins et al. (2006b), que afirmam que a medição de desempenho é um elemento essencial, mas não suficiente para conduzir as atividades de melhoria contínua. Martins et al. (2006b) afirmam que a falta de um sistema de medição de desempenho apropriado pode ter um efeito tanto na eficiência quanto na eficácia dos projetos seis sigma.

A medição de desempenho pode direcionar os esforços, ajudar na descoberta das causas fundamentais dos problemas a serem solucionados, acompanhar a implementação da solução e avaliar a solução implementada. Ou, em outras palavras, "... a medição do desempenho pode ajudar ou prejudicar a capacidade competitiva de uma organização, dependendo de como são criados e utilizados os sistemas de medição de desempenho." (SINK e TUTTLE, 1993, p.01).

Além disso, a medição de desempenho necessita ser entendida como um mecanismo dinâmico que precisa ser adaptado para acompanhar as condições de mudança referentes ao ambiente (interno e externo) e à estratégia organizacional (BITITCI, 2000). Nesse sentido, o Seis Sigma surge como um fator de mudança que requer que a medição de desempenho seja adaptada a ele.

Com base no apresentado, a presente tese tem como questão de pesquisa: "Quais são os fatores relacionados à medição de desempenho que afetam o desenvolvimento dos projetos seis sigma?"

Nesse sentido, a tese tem por objetivo investigar a influência da medição de desempenho nos projetos seis sigma, procurando destacar os fatores encontrados no desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Para se alcançar o objetivo descrito, o método de pesquisa escolhido para a condução desta tese foi o do múltiplos estudos de caso do tipo explanatório. Isso porque o trabalho procura, na perspectiva dos participantes e no contexto das empresas, a compreensão e modelagem do fenômeno em questão, que trata da influência da medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Para a realização dos múltiplos estudos de caso, foram selecionadas cinco empresas de indústrias diferentes e que possuem o programa Seis Sigma implementado. Os critérios para a escolha do primeiro caso foram a facilidade de acesso e a existência de um programa Seis Sigma com projetos terminados. No entanto, ao longo do desenvolvimento do caso, outros fatores, constatados por entrevistas e observações, influenciaram a escolha dos casos subsequentes. Entre eles, destacam-se o tipo de processo (contínuo ou discreto), o tempo de adoção do programa Seis Sigma e a geração de bens ou serviços. Segundo Yin (2001), esse processo em que um caso contribui para a escolha do próximo é conhecido como “bola de neve”. Destaca-se que algumas empresas recusaram-se a participar da pesquisa por considerarem os projetos seis sigma estratégicos e sigilosos, mesmo depois de esclarecido que o foco da pesquisa não estava nas soluções técnicas desses projetos.

As fontes de evidências utilizadas foram: entrevistas, documentos e observação direta. Os entrevistados foram pessoas com treinamento em Seis Sigma nos níveis *Master Black Belt*, *Black Belt* e *Green Belt*. Isso porque eles estão profundamente ligados ao desenvolvimento dos projetos seis sigma e à medição de desempenho.

A análise dos resultados da pesquisa de campo foi feita de duas formas. Primeiramente, foi efetuada uma análise de cada caso individual – análise intracaso. Após isso, o cruzamento dos resultados da análise intracaso foi efetuado – análise intercasos –, promovendo, assim, a categorização deles em padrões que demonstram igualdades e/ou diferenças. Com base na revisão bibliográfica efetuada e também nos resultados dos dois tipos de análise (intracaso e intercasos), provenientes da pesquisa de campo, foi possível investigar a influência da medição de desempenho nos projetos seis sigma, procurando destacar os fatores relacionados à medição de desempenho encontrados no desenvolvimento dos projetos seis sigma.

A tese constatou que o desenvolvimento dos projetos seis sigma é influenciado por diferentes fatores associados à medição de desempenho. Os encontrados foram: a falta de

medidas de desempenho¹; a inclusão de aspectos sobre a medição de desempenho nos treinamentos; a confiabilidade nos dados coletados; a facilidade (ou dificuldade) de acesso às informações não-financeiras e financeiras; a criação de uma cultura baseada em fatos e dados; o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e as financeiras; o detalhamento do desdobramento das diretrizes; e a concorrência entre outras iniciativas de melhoria em relação ao uso da medição de desempenho.

Além da influência da medição de desempenho sobre os projetos seis sigma, foram observados fatores que influenciam tanto a medição de desempenho como o desenvolvimento dos projetos seis sigma. São eles: a versatilidade da estrutura de Tecnologia da informação (TI) na reestruturação da medição de desempenho da organização; o aumento do conhecimento das relações de causa-e-efeito; a criação de uma cultura mais analítica sobre o uso da medição de desempenho; e a autonomia dos *Belts* na estruturação da medição de desempenho. Outro fator a ser destacado foi a cultura baseada no medo, que é externo à medição de desempenho, mas afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma via medição de desempenho.

Convém destacar que esses fatores podem interagir entre si no sentido de se complementarem. Por exemplo, a criação de uma cultura baseada em fatos e dados afeta a confiabilidade dos dados, que, por sua vez, afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma. O nível de detalhamento do desdobramento das diretrizes gerando escopos demasiados para os projetos e a concorrência entre outras iniciativas pelo uso diferenciado sobre a medição de desempenho podem afetar de forma negativa o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Por outro lado, a versatilidade da estrutura de TI e a autonomia dos *Belts* na estruturação da medição de desempenho permitem que ela possa acompanhar as novas demandas em relação às necessidades exigidas pelos projetos seis sigma. Finalmente, o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e as financeiras pode afetar os demais fatores, pois esse relacionamento ajuda a promover a diferenciação do Seis Sigma de outras abordagens anteriores ao ligar o não-financeiro com o financeiro, promovendo um maior interesse da alta administração e dos próprios praticantes sobre os projetos seis sigma.

Observa-se que alguns dos relacionamentos encontrados foram comuns a mais de uma empresa. Além disso, foi verificado nas diferentes empresas que o desenvolvimento dos projetos seis sigma também influencia a estruturação e o uso da medição de desempenho.

¹ Neste trabalho, os termos medida de desempenho, indicador de desempenho e métrica de desempenho são tratados como sinônimos.

Ou seja, existe uma reciprocidade entre ambos. Também foi observado que existem algumas dificuldades específicas relacionadas à medição de desempenho durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma para processos administrativos. Essas dificuldades foram: falta de processos mapeados; falta de dados ou de dados confiáveis; falta do conhecimento das relações de causa-e-efeito; resultados muito abstratos; falta de Repetibilidade e Reprodutibilidade na coleta dos dados; resistência das pessoas à coleta de dados por elas serem avaliadas; e tamanho reduzido das amostras em experimentações. Alguns podem estar na área de manufatura também; no entanto, na área de serviços, eles podem ter um grau de influência mais elevado.

Conforme observado, a medição de desempenho exerce um papel importante no desenvolvimento dos projetos seis sigma, pois ela é composta por diversos fatores que influenciam o desenvolvimento desses projetos nas suas várias etapas. Entretanto, apesar de ela ser um elemento essencial, não é suficiente para conduzir os projetos seis sigma. Outros fatores são necessários para que o desenvolvimento dos projetos possa ser feito de forma eficiente e eficaz.

Nesse sentido, a tese contribui tanto para a academia quanto para a prática das empresas, pois o conhecimento dos fatores que regem o relacionamento entre a medição de desempenho e os projetos seis sigma pode auxiliar na estruturação de ambos e, com isso, promover a potencialização dos benefícios do programa Seis Sigma.

1.1 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em três conteúdos:

- revisão da literatura;
- pesquisa de campo; e
- análises e conclusões.

O primeiro conteúdo, revisão da literatura, divide-se em duas categorias: Seis Sigma e medição de desempenho.

A primeira apresenta a revisão teórica realizada sobre o assunto, contextualizando-o e destacando que o programa Seis Sigma pode ser visualizado pelos seguintes elementos: projetos seis sigma, método DMAIC e equipe de *Belts*.

A segunda trata da revisão teórica efetuada sobre o tema medição de desempenho, destacando sua importância e enfatizando os elementos dela a serem considerados na presente pesquisa: sistemática da medição de desempenho, sistema de

medição de desempenho, conjunto de medidas de desempenho e medidas de desempenho individuais.

O segundo conteúdo, pesquisa de campo, envolve uma discussão sobre o método de pesquisa empregado, que foi o do múltiplos estudos de caso do tipo explanatório, seguida dos procedimentos necessários à coleta e análise de dados inerentes a esse método. Após isso, é feita uma descrição individual dos casos estudados.

No terceiro e último conteúdo, análise e conclusões, são apresentadas as análises intracasos (dentro dos casos) para cada caso individual, a análise intercasos (entre os casos) e as conclusões do trabalho seguidas de recomendações para futuros trabalhos. Em resumo, busca-se destacar, à luz da revisão bibliográfica efetuada, os fatores relacionados à medição de desempenho que influenciam o desenvolvimento dos projetos seis sigma e suas implicações para o desenvolvimento dos projetos seis sigma.

2 SEIS SIGMA

Este capítulo procura: contextualizar o Seis Sigma em termos do seu surgimento; evidenciar seu papel em relação à Gestão pela Qualidade Total; destacar as perspectivas pelas quais ele pode ser definido; destacar os principais indicadores que o compõe; apresentar sua estrutura de treinamento; apresentar os projetos seis sigma; e destacar método utilizado para o desenvolvimento desses projetos. Enfim, o capítulo procura apresentar o programa Seis Sigma como sendo composto pelos projetos seis sigma, que, por sua vez, possuem equipes de projetos que se utilizam do método DMAIC para conduzir os projetos seis sigma.

2.1 Breve Histórico do Seis Sigma

O programa Seis Sigma surgiu na década de 80, na Motorola nos Estados Unidos, como resposta dessa empresa à busca por uma abordagem que pudesse reduzir as falhas e defeitos envolvendo produtos complexos e de alta tecnologia (MONTGOMERY, 2004).

Os créditos pela criação do Seis Sigma foram concedidos ao falecido engenheiro da confiabilidade Bill Smith, em virtude de ele ter percebido que a elevada complexidade do sistema produtivo resultava em uma maior oportunidade de falha dos produtos e que a solução para isso seria elevar dramaticamente o nível da qualidade interna. Este argumento convenceu o CEO da Motorola naquela época, Robert Galvin, a aceitar a proposta de Smith (EVANS e LINDSAY, 2002).

Como resultado, a Motorola alcançou ganhos de US\$ 2,2 bilhões na redução de custos da não-qualidade (inspeção, falhas internas e falhas externas) entre 1985 e 1988 (CORONADO e ANTONY, 2002a). Além disso, em 1988, ela foi vencedora do prêmio Malcom Baldrige (MITCHEL, 1992). Após isso, empresas como a Texas Instruments, Eastman Kodak, Borg-Warner Automotive, GenCorp, Navistar International e Siebe se interessaram e implementaram o programa (HENDERSON e EVANS, 2000). Outros exemplos de bons resultados foram apresentados por empresas como a Honeywell (antiga, Allied Signal), que apresentou ganhos de US\$ 2 bilhões num período de cinco anos, e a General Electric (GE), que obteve resultados de US\$ 1 bilhão em apenas um ano (KLEFSJÖ et al., 2001).

Atualmente o programa Seis Sigma vem sendo aceito como uma estrutura de melhoria pioneira entre grandes organizações como a Motorola, General Electric, Raytheon e Honeywell (SENAPATI, 2004). Destaca-se que a Motorola e a GE são frequentemente citadas como exemplos na utilização do programa Seis Sigma (HENDERSON e EVANS, 2000; PANDE et al., 2002; McADAM e LAFFERTY, 2004). Destaca-se ainda que, na GE, o responsável pela difusão do Seis Sigma foi o CEO Jack Welch (ROWLANDS, 2003; CATHERWOOD, 2002).

2.2 Seis Sigma como Evolução da Gestão pela Qualidade Total

A Gestão pela Qualidade Total (GQT) é um esforço que envolve todas as pessoas na organização para que a busca pela satisfação dos clientes seja alcançada por meio do processo de melhoria contínua (EVANS e LINDSAY, 2002).

Os primeiros desenvolvimentos da GQT foram influenciados por um pequeno número de pioneiros da qualidade: Deming, Juran, Feigenbaum, Crosby e Ishikawa (KRUGER, 2001). Prajogo e Sohal (2004) destacam que a GQT possui duas vertentes, uma mecânica e a outra orgânica. A primeira pode ser associada a uma abordagem voltada ao controle, sendo o foco a qualidade como conformidade com as especificações. A segunda está voltada para o aprendizado, sendo o foco a inovação. Em uma pesquisa tipo *survey*, realizada por Prajogo e Sohal (2004), foi evidenciado que essas duas vertentes possuem papéis igualmente importantes, coexistindo sob a GQT.

McAdam e Henderson (2004) afirmam que a teoria e prática da GQT precisam ser continuamente adaptadas para estarem à frente das mudanças ocasionadas pela competitividade dos mercados. Nesse sentido, esses autores afirmam que a GQT é modificada por direcionadores internos e externos. Os internos estão relacionados à forma de operacionalização das duas vertentes da GQT e a influenciam tanto no curto quanto no longo prazo. Já os fatores externos são os seguintes: mercado, tecnologia, ambiente e práticas das organizações; e influenciam a GQT no longo prazo.

Nesse sentido, McAdam e Lafferty (2004) afirmam que o programa Seis Sigma não é um substituto para GQT, mas sim um meio para que ela possa evoluir em sua vertente mecanicista para atender às necessidades do negócio. Esses autores ainda destacam que uma posterior evolução do programa seria em direção à complementaridade com a vertente

orgânica. Então, o programa deixaria de ser apenas voltado ao controle dos processos e passaria a ser uma abordagem de mudança estratégica.

Procurando posicionar o Seis Sigma frente a iniciativas de melhorias da qualidade anteriores, Arnheiter e Maleyeff (2005) afirmam que o programa incorpora elementos dos programas da qualidade anteriores e adiciona novas características a eles. Dos programas anteriores o Seis Sigma herdou, de acordo com Arnheiter e Maleyeff (2005), elementos da proposta de melhoria da qualidade de Deming e, segundo Evans e Lindsay (2002), princípios da qualidade total, entre eles um melhor foco nos clientes, decisões baseadas em fatos e dados, melhoria contínua da capacidade dos processos e prêmios de recompensa pelo processo de melhoria. As novas características adicionadas pelo programa estão principalmente na estrutura de treinamento intensivo e na ampla definição de desempenho para a perspectiva do cliente, que inclui não só qualidade, mas também serviço e entrega (ARNHEITER e MALEYEFF, 2005).

Enfim, Wessel e Burcher (2004) concordam que o programa Seis Sigma é uma evolução da Gestão pela Qualidade Total com maior foco nos resultados financeiros e no alinhamento estratégico, sendo que uma das suas principais vantagens é a forte orientação pelos dados. Do mesmo modo, Montgomery (2004) afirma que um dos destaques do programa é o fato de ele utilizar equipes para trabalhar em projetos de melhoria² que tenham significativos impactos econômicos e na melhoria da qualidade. Com isso, o esforço é mais bem focalizado do que nos programas anteriores da Gestão pela Qualidade Total, e o Seis Sigma tem tido maior sucesso na obtenção do compromisso da alta administração (MONTGOMERY, 2004).

2.3 Diferentes Visões do Seis Sigma

A revisão bibliográfica efetuada apontou que existem diversas definições para o Seis Sigma. A seguir são apresentadas as mais citadas.

Perez-Wilson (1999) destaca que o Seis Sigma pode ser usado de diferentes maneiras dentro de uma organização e, conseqüentemente, uma definição só não daria conta. Por isso, a seguir, são apresentadas algumas definições:

² Neste trabalho, os termos projeto de melhoria e iniciativa de melhoria são tratados como sinônimos.

- a medida de desempenho: é um indicador usado para medir o nível de qualidade de um processo. Quanto maior o nível sigma do processo, maior o nível de qualidade;
- a meta: ele é uma meta de qualidade, que objetiva chegar muito próximo de zero defeito, erros ou falhas. Considerando o desvio de 1,5 sigma da média do processo, que será visto em detalhes mais adiante, a meta a ser atingida é de 3,4 partes por milhão de unidades defeituosas;
- o *benchmark*: é usado como um parâmetro para comparar o nível de qualidade dos processos, operações, produtos, características, equipamentos, máquinas, unidades, departamentos, entre outros;
- a estatística: é uma estatística calculada para avaliar o desempenho de cada característica crítica para qualidade em relação às especificações;
- a filosofia: ele defende a melhoria contínua dos processos por meio da redução da variabilidade deles em busca do zero defeito;
- a estratégia: o Seis Sigma é uma estratégia baseada no relacionamento existente entre os vários processos de uma organização (desenvolvimento do produto, produção, controle da qualidade etc.) e a satisfação do cliente; e
- a visão: é uma visão de levar a organização a ser a melhor em seu ramo e, com isso, ganhar a fidelidade dos clientes.

Existem alguns autores que procuram apresentar o Seis Sigma por meio de definições mais abrangentes, que envolvem mais elementos.

Para Harry e Schroeder (2000, p.vii), o Seis Sigma é “um processo de negócio que permite às organizações melhorarem drasticamente seus resultados financeiros (*bottom line*) por desenvolver e monitorar constantemente as atividades do negócio de forma a minimizar os desperdícios e os recursos enquanto aumenta a satisfação dos clientes”.

Gryna (2001, p.57) define o Seis Sigma como “uma abordagem que apresenta uma coleção de técnicas e conceitos estatísticos e gerenciais que focam a redução da variação de um processo e a prevenção das deficiências de um produto”.

Pande et al. (2002, p.xiii) apresentam o Seis Sigma como “um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. Seis Sigma é singularmente impulsionado por uma estrita compreensão das necessidades dos clientes,

pelo uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística e pela atenção diligente à gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios”.

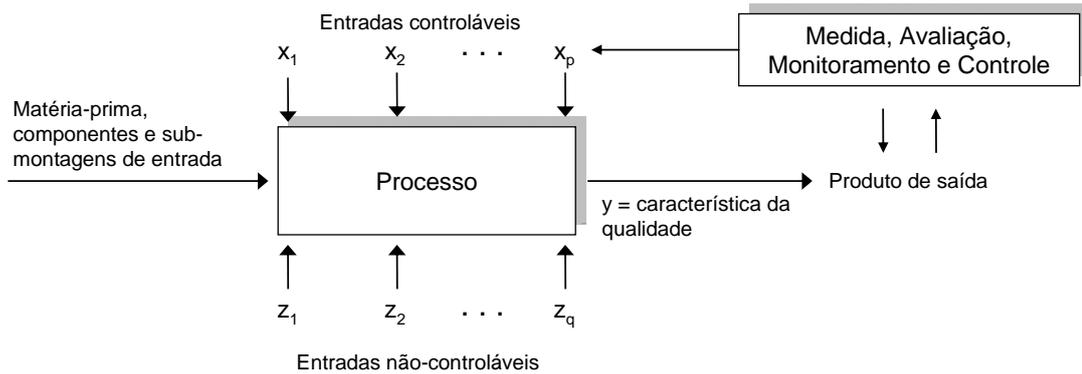
Linderman et al. (2003, p.195) destacam que o Seis Sigma é “um método sistemático e organizado para melhoria dos processos estratégicos e novos produtos e desenvolvimento de serviços que utiliza os métodos estatísticos e o método científico para fazer elevadas reduções nas taxas de defeitos definidas pelo cliente”.

As definições apresentadas anteriormente apontam para certa confusão em relação ao significado do Seis Sigma. Nesse sentido, Truscott (2003) destaca que o Seis Sigma necessita ser analisado por dois pontos de vista: o estatístico e o de processo de melhoria. Com isso, Kwak e Anbari (2006) apresentam duas perspectivas para o Seis Sigma, a estatística e a do negócio, sendo a última voltada à melhoria dos processos de negócio. Em Antony e Bañuelas (2002), isso já havia sido observado, porém esses autores destacam que a perspectiva estatística necessita ser complementar aos objetivos da perspectiva do negócio para que os projetos seis sigma alcancem sucesso. Com base nessa categorização, a seguir são apresentadas as duas perspectivas do Seis Sigma.

2.3.1 Perspectiva estatística

O termo sigma é uma letra do alfabeto Grego e, no contexto do programa Seis Sigma, é utilizada para descrever a variabilidade (McADAM e LAFFERTY, 2004; GRZYNA, 2001). A variabilidade está associada ao fato de que sucessivas observações de um processo ou fenômeno não produzem exatamente o mesmo resultado (MONTGOMERY e RUNGER, 2003). Nesse sentido, Montgomery (2004, p.3) apresenta a seguinte definição de qualidade: “qualidade é inversamente proporcional à variabilidade”. Ou seja, à medida que a variabilidade nas características importantes de um produto decresce, a qualidade do produto aumenta.

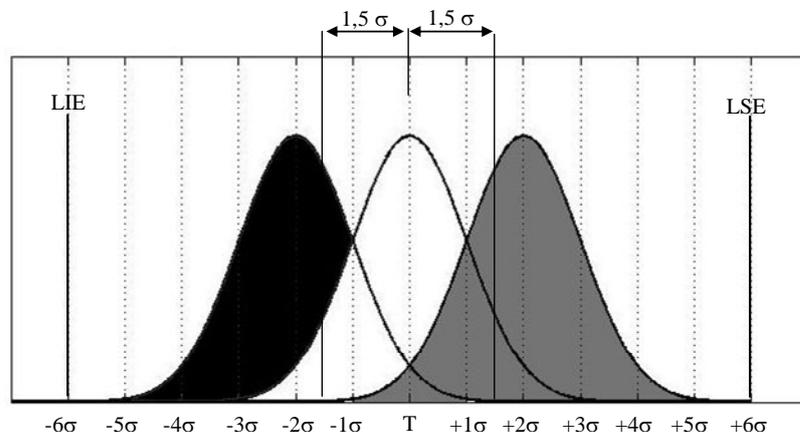
Um processo de produção pode ser representado por um sistema com um conjunto de entradas e uma saída – Figura 2.1. As entradas podem ser classificadas em controláveis (x_1, x_2, \dots, x_p) e não-controláveis (z_1, z_2, \dots, z_q). O processo de produção transforma essas entradas em um produto acabado que tem várias características da qualidade. A variável y representa uma medida da qualidade do processo (MONTGOMERY, 2004). As saídas podem ser produtos ou resultados e também podem ser entradas de um outro processo.



Fonte: Montgomery (2004, p.9)

FIGURA 2.1 – Entradas e saídas de um processo de produção

Na Figura 2.1 o resultado de um processo foi apresentado em termos da variável y , e as várias causas que atuam sobre ele são variáveis x_s , logo o resultado de um processo pode ser representado por $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. O objetivo do Seis Sigma, em termos estatísticos, é o de reduzir a variabilidade nos resultados dos processos (y_s) de modo que cada limite de especificação esteja a seis desvios-padrão da média (MONTGOMERY, 2004; MITCHELL, 1992). Isso resultaria apenas 2 defeitos por bilhão de peças produzidas (0,002 ppm). No entanto, quando o conceito foi desenvolvido na Motorola, com base nos dados de campo da própria companhia, foi observado que a média do processo estava sujeita a perturbações que poderiam fazer com que ela se deslocasse até 1,5 desvios-padrão para longe da meta (EVANS e LINDSAY, 2002). Com isso, um processo Seis Sigma produziria cerca de 3,4 defeitos por milhão de peças produzidas (3,4 ppm) – Figura 2.2, o que é equivalente a 4,5 desvios-padrão. Ainda na Figura 2.2, as siglas LIE e LSE significam limite inferior de especificação e limite superior de especificação, respectivamente.



Fonte: Montgomery (2004, p.16)

FIGURA 2.2 – Deslocamento de 1,5 desvios-padrão

No entanto, esse deslocamento de 1,5 desvios-padrão da média vem sendo amplamente discutido, e alguns autores não consideram correto adotá-lo. O Quadro 2.1 apresenta um comparativo da taxa de defeituosos e o nível sigma considerando o deslocamento de 1,5 desvios-padrão. A seguir, segundo a revisão bibliográfica efetuada, alguns posicionamentos sobre o assunto são apresentados.

QUADRO 2.1 – Escala Sigma

Limites de especificação	Porcentagem dentro da especificação	ppm defeituosos
± 1 Sigma	30,23	697.700
± 2 Sigma	69,13	308.700
± 3 Sigma	93,32	66.810
± 4 Sigma	99,3790	6.210
± 5 Sigma	99,97670	233
± 6 Sigma	99,999660	3,4

Fonte: Montgomery (2004, p.16)

Primeiramente, Bothe (2002) destaca que um deslocamento da média pode ocorrer em processos com as seguintes características: processos que são ajustados manualmente pelos operadores, em que peças são produzidas até se acreditar que o processo está suficientemente centrado para que a produção seja iniciada; processos em que se espera que a média se desloque de maneira previsível devido a fatores conhecidos, tais como desgaste da ferramenta ou mudanças na temperatura ambiente; e processos que não são monitorados com gráficos de controle ou que usam tais gráficos com subgrupos amostrais pequenos, que impedem a identificação de grandes deslocamentos da média.

Evans e Lindsay (2002) afirmam que não é incomum considerar que a média de um processo sofra um deslocamento. Isso porque muitos planos de controle estatístico de processos são baseados em amostras que somente permitiriam a detecção de algum deslocamento se os limites de controle estivessem a dois desvios-padrão da média, em vez dos três desvios-padrão usualmente utilizados nos gráficos de controle.

Considerar o deslocamento de 1,5 desvios-padrão, segundo Montgomery (2004), é inconsistente com a lógica da estabilidade dos processos, pois as previsões acerca de um processo podem ser feitas apenas quando o processo é estável; isto é, quando a média e o desvio-padrão são constantes.

Harry e Schroeder (2000) destacam que o deslocamento de 1,5 desvios-padrão, que conduz a 3,4 ppm no longo prazo, é explicado pela variação causada em função do uso dos métodos estatísticos e dos *setups* das máquinas. Com isso, as empresas podem utilizar tal aproximação.

Por outro lado, Perez-Wilson (1999) destaca que um processo é considerado Seis Sigma quando produz 0,002 ppm e não 3,4 ppm. Esse autor destaca que isso foi um mal entendido divulgado em um documento da Motorola intitulado “Nosso Desafio do Seis Sigma”, que acabou sendo interpretado de forma errônea por Mikel Harry quando ele procurou uma explicação matemática para o deslocamento de 1,5 desvios-padrão e a divulgou. Enfim, esse autor destaca que a média de um processo não varia necessariamente 1,5 desvios-padrão o tempo todo ou como via de regra.

Maleyeff e Krayenvenger (2004) destacam que aplicar o mesmo deslocamento da média, no caso de 1,5 desvios-padrão, para todas as organizações é incorreto. Uma abordagem alternativa seria calcular esse deslocamento para cada situação específica. Esses autores desenvolveram uma planilha, valendo-se do software Microsoft Excel[®], que pode ser utilizada para realizar esse cálculo. Além disso, eles verificaram que, para uma organização analisada, o deslocamento da média foi de 1,6 desvios-padrão e não de 1,5 desvios-padrão como vem sendo amplamente difundido.

Nem todos os processos precisam operar no nível Seis Sigma. O nível apropriado dependerá da importância estratégica do processo e da relação custo/benefício para melhorá-lo. Se um processo possui nível sigma de dois ou três, é relativamente fácil, a um custo aceitável, elevá-lo para nível sigma de quatro. Contudo, para alcançar nível sigma de cinco ou seis, os esforços requeridos costumam ser muito maiores, envolvendo métodos estatísticos mais sofisticados. O esforço e dificuldade exigidos na melhoria de um processo aumentam exponencialmente em função do nível sigma que se deseja obter. Nesse sentido, o retorno sobre o investimento para um dado esforço de melhoria e a importância estratégica dessa melhoria sobre um processo irá determinar se o processo precisa ser melhorado e qual será a meta do nível sigma para ele (LINDERMAN et al., 2003).

2.3.2 Perspectiva do negócio

Sob o ponto de vista do negócio, o Seis Sigma, segundo Harry e Schroeder (2000, p.vii), pode ser definido como “um processo de negócio que permite às organizações melhorarem seus resultados financeiros por meio do desenvolvimento e monitoramento

constantemente das atividades do negócio, minimizando os desperdícios e os recursos enquanto aumenta a satisfação dos clientes”.

Ainda Harry e Schroeder (2000) destacam que, ao contrário do que muitos acreditam, o objetivo do Seis Sigma não é alcançar níveis sigma de qualidade, mas sim melhorar a lucratividade, embora a melhoria da qualidade e eficiência sejam consequência do Seis Sigma.

Antony (2004) destaca que o principal objetivo do programa Seis Sigma é a implementação de uma estratégia baseada na medição que foca a melhoria e a redução da variabilidade dos processos.

Rotondaro (2002) afirma que o Seis Sigma não é apenas um esforço para aumentar a qualidade, mas sim um processo para aperfeiçoar os processos empresariais apoiado nas características críticas do cliente e no gerenciamento por processos.

Kwak e Anbari (2006) evidenciam que o Seis Sigma vem sendo amplamente difundido nas organizações pelo fato de ele promover a ligação dos esforços de melhoria com os benefícios financeiros, e isso promove uma clara ligação com os objetivos do negócio.

De Mast (2004) apresenta o Seis Sigma como um programa para melhoria global de uma companhia, incluindo métodos para analisar a demanda dos clientes e para selecionar os problemas que têm maior prioridade. Virtualmente ele engloba todas as técnicas que foram desenvolvidas pela estatística industrial, dos gráficos de controle até o projeto de experimento, do projeto robusto até o projeto das tolerâncias. O programa é estruturado de maneira a poder ser aplicado a várias áreas, desde manufatura a serviços.

As duas perspectivas, bem como as várias definições do Seis Sigma, apontam para interpretações diferentes sobre o programa, as quais, em vez de se excluírem mutuamente, podem se complementar. Com isso, as organizações podem ter diferentes visões sobre o programa e, conseqüentemente, enfatizar aspectos distintos em maior ou menor grau. Isso aponta para a existência de níveis diferentes de desenvolvimento do programa Seis Sigma nas organizações.

A presente tese considera as duas perspectivas como complementares. Isso porque as duas perspectivas (do negócio e estatística) são utilizadas à medida que indicadores de desempenho estratégicos direcionam o desenvolvimento dos projetos seis sigma mais importantes para a organização.

2.4 Indicadores de Desempenho do Programa Seis Sigma

O programa Seis Sigma utiliza algumas medidas de desempenho para quantificar os resultados de uma empresa, e tais medidas podem ter diferentes classificações (WERKEMA, 2002).

A escolha do indicador de desempenho está fortemente associada ao tipo de dado que um processo gera em termos de característica crítica da qualidade (ou, em inglês, *Critical To Quality* – CTQ). Entre os dados quantitativos, segundo Stevenson (1986), têm-se os contínuos (podem assumir qualquer valor num intervalo contínuo) ou discretos (assumem valores inteiros) e os qualitativos, têm-se os nominais e os ordinais.

Breyfogle III (1999) destaca que uma organização não precisa utilizar todos os indicadores de desempenho que são comuns ao Seis Sigma, mas precisa escolher os mais adequados ao seu contexto.

2.4.1 Terminologia e indicadores de desempenho do Seis Sigma

O cálculo dos indicadores de desempenho comumente utilizados dentro de uma organização que implementa o Seis Sigma requer que algumas nomenclaturas sejam conhecidas. A seguir, elas são apresentadas conforme Pande et al. (2002):

- unidade: é um produto (ou serviço) que está sendo processado para ser entregue a um cliente. Por exemplo, um carro, uma caneta, uma estada em um hotel, a entrega de uma carta etc.;
- defeito: é uma falha em atender a uma exigência do cliente. Por exemplo, um cárter com vazamento, uma caneta falhando, uma reserva de apartamento perdida, uma carta não entregue etc.;
- defeituoso: uma unidade que tenha ao menos um defeito. Por exemplo, um carro com um único defeito é, segundo a definição, classificado da mesma forma que um carro com trinta defeitos; e
- oportunidade para defeitos: são as várias características do produto (ou serviço) importantes para o cliente, ou seja, as características críticas para qualidade (CTQs) que têm a possibilidade de sofrer uma falha. Por exemplo, um carro pode ter mais de 500 oportunidades para defeitos.

No que diz respeito aos indicadores de desempenho do Seis Sigma, eles podem ser classificados em três grupos: baseados em defeituosos, baseados em defeitos e os índices de capacidade.

As medidas de desempenho relacionadas a defeitos e defeituosos apresentam as seguintes vantagens: simplicidade, consistência e comparatividade. A simplicidade está no fato de que todos podem ter a compreensão do que é bom ou ruim. Além disso, o cálculo das medidas baseadas em defeitos pode ser efetuado com habilidades matemáticas básicas. A consistência demonstra que medidas de defeitos podem ser aplicadas a qualquer processo para o qual exista um padrão de desempenho, servindo para dados contínuos ou discretos, processos de manufatura ou serviços. A comparatividade está no fato de que, com esses tipos de medidas, é possível comparar o desempenho de áreas muito diferentes numa empresa (PANDE et al., 2002). No entanto, as desvantagens estão relacionadas ao fato de que apenas a análise do bom e do ruim é menos rica em termos de informações para melhoria do que no caso de dados contínuos (PANDE et al., 2002).

A categoria dos defeituosos não leva em consideração o número de defeitos (WERKEMA, 2002). As medidas de desempenho baseadas em defeituosos são mais utilizadas em situações nas quais qualquer defeito é sério para um dado resultado de um processo. Por exemplo, qualquer erro tipográfico em uma revista irá prejudicar sua credibilidade. A seguir são apresentadas as medidas de desempenho:

- Proporção de defeituosos (p): refere-se à fração de amostras de um item as quais possuem um ou mais defeitos (BREYFOGLE III, 1999).

$$p = \frac{D}{n} \quad (1)$$

Em que:

D: número de defeituosos; e

n: número total de unidades do produto (ou serviço) avaliadas.

- Rendimento final (Y_{final}): representa a fração das unidades totais produzidas a qual estava sem qualquer defeito (BREYFOGLE III, 1999).

$$Y_{final} = 1 - p \quad (2)$$

Em que:

p: proporção de defeituosos.

- *First Throughput Yield* (FTY): É o rendimento pontual do processo. Representa a probabilidade de todas as oportunidades para defeitos

produzidos em uma etapa específica do processo estarem dentro das especificações. O FTY corresponde à probabilidade de se encontrar zero defeito ao se inspecionar uma amostra que advém do processo (BREYFOGLE III, 1999), ou seja:

$$FTY = P(X = 0) = e^{-DPU} \quad (3)$$

- *Rolled Throughput Yield* (RTY): É o rendimento final do processo. Representa a probabilidade de um único produto passar por vários processos e sair livre de defeitos. O RTY considera o impacto do refugo e também do retrabalho, podendo ser classificado como uma medida de eficiência de um processo (WERKEMA, 2002; PANDE et al., 2002).

$$RTY = \prod_1^n FTY = 1 - \frac{\text{unidades refugadas} + \text{unidades retrabalhadas}}{\text{unidades de entrada}} \quad (4)$$

O RTY também pode ser obtido pela multiplicação dos rendimentos de cada uma das etapas do processo. Com isso, em processos com diversas etapas, mesmo que o rendimento de cada etapa seja elevado, o RTY pode ser baixo (WERKEMA, 2002).

Os baseados em defeitos levam em consideração o número de defeitos (WERKEMA, 2002). Seguem as medidas de desempenho:

- Defeitos por unidade (DPU): é uma medida que reflete o número médio de defeitos, de todos os tipos, sobre o número total de unidades da amostra (PANDE et al., 2002).

$$DPU = \frac{d}{n} \quad (5)$$

Em que:

d: número de defeitos; e

n: número total de unidades do produto (ou serviço) avaliadas.

- Defeitos por oportunidade (DPO): expressa a proporção de defeitos em relação ao número total de oportunidades no grupo (PANDE et al., 2002).

$$DPO = \frac{d}{n \times O} = \frac{DPU}{O} \quad (6)$$

Em que:

d: número de defeitos;

n: número total de unidades do produto (ou serviço) avaliadas;

O: número de oportunidades de defeito; e

DPU: número de defeitos por unidade.

- Defeitos por milhão de oportunidades (DPMO): representa o número total de defeitos em um milhão de unidades produzidas dividido pelo número total de oportunidades de defeito (WERKEMA, 2002).

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

(7)

O conceito de capacidade de um processo está relacionado à comparação da variabilidade natural de um processo com as especificações ou exigências para um determinado produto. Com isso, o índice de capacidade fornece uma estimativa de como o processo se comportará em relação às falhas. Convém destacar que a análise de capacidade pressupõe que o processo tenha distribuição normal e esteja sob controle estatístico, sendo que essa última suposição significa que não podem existir causas especiais de variação atuando sobre o processo (MONTGOMERY, 2004).

Os indicadores de desempenho tradicionais mais utilizados pelas empresas são o C_p , C_{pk} , P_p e P_{pk} (CARVALHO, 2002). Tanto o C_p quanto o P_p não consideram a posição da média do processo em relação às especificações. Nesse sentido, a seguir serão apresentados os indicadores de desempenho que mais se assemelham ao índice de capacidade Seis Sigma.

- C_{pk} : é um índice de capacidade muito utilizado, pois leva em conta onde a posição da média do processo está localizada em relação às especificações (MONTGOMERY, 2004).

$$C_{pk} = \min\left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma}; \frac{\mu - LIE}{3\sigma}\right)$$

(8)

Em que:

LSE: limite superior de especificação;

LSI: limite inferior de especificação;

μ : média do processo; e

σ : desvio-padrão do processo, que pode ser estimado por $\hat{\sigma}$.

- P_{pk} : sua utilização é mais adequada quando o processo não está sob controle estatístico. No entanto, desde que isso seja considerado, as propriedades estatísticas dele não são determináveis, o que, conseqüentemente, impossibilita que qualquer inferência válida sobre seus valores populacionais seja feita (MONTGOMERY, 2004, p.234).

$$P_{pk} = \min\left(\frac{LSE - \bar{x}}{3s}; \frac{\bar{x} - LIE}{3s}\right) \quad (9)$$

Em que:

LSE: limite superior de especificação;

LSI: limite inferior de especificação;

\bar{x} : estimativa da média do processo; e

s: estimativa do desvio-padrão do processo.

- Nível sigma: o índice utilizado para determinar a capacidade Seis Sigma consiste em medir a distância da média à especificação mais próxima (LSE ou LIE) em quantidade de desvios-padrão (sigmas), utilizando a distribuição normal reduzida (z) (CARVALHO, 2002).

$$z_s = \frac{LSE - \mu}{\sigma}; e \quad z_i = \frac{LSI - \mu}{\sigma} \quad (10)$$

Em que:

z_s : índice de capacidade superior

z_i : índice de capacidade inferior

A relação entre C_{pk} e z é a seguinte:

$$z_s = 3.C_{pks} \quad e \quad z_i = 3.C_{pki}$$

Em função do deslocamento de 1,5 desvios-padrão, já discutido anteriormente, a capacidade assume duas formas (BREYFOGLE III, 1999): de longo prazo (z_{lp}) e de curto prazo (z_{cp}). A primeira é calculada com os próprios dados obtidos do processo. Já o cálculo da segunda é feito considerando o deslocamento, que conduz a seguinte equação:

$$z_{cp} = z_{lp} + 1,5 \quad (11)$$

Logo, um processo com nível sigma igual a seis quer dizer que sua capacidade de curto prazo ($z_{cp} = 6$) é seis sigma; porém esse processo se deslocou no

decorrer do tempo, gerando 3,4 partes por milhão de defeituosos, o que corresponde a uma capacidade de longo prazo ($z_{lp} = 4,5$).

Os indicadores de desempenho apresentados sobre capacidade são aplicáveis apenas a variáveis contínuas, pois para variáveis do tipo atributo (defeitos ou defeituosos) a média e o desvio-padrão não são aplicáveis (CARVALHO, 2002). Porém, Pande et al. (2002) e Carvalho (2002) evidenciam que é possível chegar a equivalentes sigma (z_{cp} ou z_{lp}) de desempenho para variáveis como essa, pois dados como fração de defeituosos podem ser convertidos em DPMO e, com isso, o caminho inverso pode ser efetuado por meio de uma tabela de conversão.

2.4.2 Considerações sobre os indicadores de desempenho do Seis Sigma

As oportunidades para defeitos aumentam à medida que a complexidade de um produto aumenta. Com isso, os indicadores DPMO e sua conversão para o nível sigma permitem que processos diferentes com diferentes níveis de complexidade possam ser comparados (WERKEMA, 2002). De fato, Breyfogle III (1999) aponta que tais indicadores são mais focados no processo, porque por um único processo podem passar produtos com diferentes números de oportunidades de defeito. Com isso, tal indicador de desempenho uniformiza a medição, deixando de focar apenas o produto para focar o processo que o produz.

Esses dois indicadores de desempenho, apesar de apresentarem tais vantagens, têm como ponto fraco a identificação do número realista de oportunidades de defeitos para cada produto. Essa tarefa envolve um julgamento que pode conter subjetividade e arbitrariedade em demasia (PANDE et al., 2002). Por exemplo, o responsável pelo indicador poderá “melhorá-lo” apenas aumentando o valor do denominador – número de oportunidades de defeito. Visando minimizar problemas como esse, Pande et al. (2002) aconselham as empresas a criarem regras para avaliação das oportunidades de defeitos de um produto. Numa simplificação extremista, eles sugerem que seja considerado que cada produto tenha apenas uma oportunidade de defeito, ou seja, o foco fique sobre os defeituosos.

Outro tipo de indicador do programa Seis Sigma está associado com formas de avaliação da implementação e do desenvolvimento do programa. Esses indicadores são: número de pessoas treinadas em Seis Sigma; dólares alcançados por projetos seis sigma; e números de projetos completados. Embora tais indicadores de desempenho possam motivar a liderança a embarcar no Seis Sigma, eles podem conduzir os participantes individuais ao descaso com o programa. Por isso, precisam ser evitados (SANDERS e HILD, 2001).

Os indicadores apresentados relacionados aos processos, com exceção do RTY, avaliam a eficácia das operações, enquanto que o RTY avalia a eficiência delas. No entanto, ao se definir, por exemplo, o tempo de ciclo de um processo como uma CTQ, um indicador que a princípio seja voltado para eficácia pode ser também entendido como de eficiência. Um processo é eficaz quando atinge seus objetivos. Um processo é eficiente quando atinge seus objetivos com o menor uso de recursos.

Antony (2004) destaca que em processos de serviços a ênfase das medidas de desempenho precisa estar em características que envolvem o tempo (por exemplo, tempo de entrega) e não-conformidades (por exemplo, proporção de reclamações de clientes, número de erros de fatura etc.). Numa *survey* com empresas de serviços com o Seis Sigma, realizada pelo mesmo autor, as medidas de desempenho mais comumente utilizadas foram: custos da não-qualidade (ou, em inglês, *Cost of Poor Quality* - COPQ); taxa de defeitos; tempo de resposta das reclamações dos clientes; número de reclamações de clientes; rendimento do processo; e capacidade dos processos.

Antony et al. (2005) constataram, por meio de uma *survey* com pequenas e médias empresas da Inglaterra, as seguintes medidas de desempenho mais utilizadas: número de reclamações (94%); porcentagem de refugo (81%); COPQ (75%); taxa de defeitos (75%); índice de capacidade (63%); *First Time Yield* (25%); e *Rolled Throughput Yield* (13%).

Independente da estrutura organizacional, o Seis Sigma pode ser aplicado na melhoria de medidas de desempenho em diversos processos. A determinação da CTQ varia de acordo com o contexto de cada processo. Michalski (2003) apresenta alguns processos e suas possíveis CTQs, que podem ser avaliadas de acordo com os indicadores do programa Seis Sigma já apresentados:

- desenvolvimento de novos negócios (propostas no momento oportuno);
- melhoria dos fornecedores (qualidade dos materiais);
- engenharia (redução dos erros nos documentos e mudanças nos projetos);
- desenvolvimento de softwares (confiabilidade e compatibilidade);
- manufatura (redução do refugo e retrabalho);
- todos os processos (diminuição do tempo de ciclo);
- financeiro (contas abertas e recebidas);
- serviço aos clientes (controle das reclamações);

- recursos humanos (fornecimento de pessoal e rotatividade dos funcionários); e
- funcionários (melhoria da satisfação com o trabalho e moral).

O objetivo do Seis Sigma de reduzir a variabilidade dos processos precisa sempre estar à frente para que os indicadores de desempenho não sejam vistos como um meio para se pressionar os indivíduos, causando uma cultura baseada no medo. Caso isso aconteça, três tipos de ações podem surgir por parte dos indivíduos: eles podem mudar o sistema, distorcê-lo ou distorcer os dados. Por isso, requerer que cada área ou função tenha indicadores do programa Seis Sigma pode ser custoso e não trazer ganhos substanciais em termos de aumento do conhecimento dos processos. No lugar disso, o que pode ser feito é a alocação de recursos para entender os parâmetros-chave dos processos que precisam ser medidos e, com isso, permitir um desenvolvimento contínuo dos SMDs, de forma que eles possam ser adequados, relevantes e válidos para o estudo e melhoria dos processos (SANDERS e HILD, 2001).

2.5 Treinamento e estrutura hierárquica do Seis Sigma

A implementação do Seis Sigma requer o estabelecimento de uma estrutura de liderança que exerce papel crucial no desenvolvimento dos projetos de melhoria Seis Sigma. Os participantes dessa estrutura recebem diferentes níveis de treinamento. Segundo Kwak e Anbari (2006), o treinamento é considerado um fator crítico de sucesso do Seis Sigma. Além disso, a estrutura hierárquica e a ênfase no treinamento são características que distinguem o Seis Sigma das outras iniciativas de melhoria anteriores (INGLE e ROE, 2001).

As pessoas envolvidas com o programa Seis Sigma recebem denominações de acordo o sistema *Belt*. Ele contempla o perfil, treinamento e papel característicos a cada tipo de envolvimento com o programa Seis Sigma - Quadro 2.2. O sistema *Belt* visa garantir que todos na organização falem a mesma linguagem para que o desenvolvimento dos projetos seis sigma possa fluir melhor (ANTONY e BAÑUELAS, 2002). Baxter e Hirschhauser (2004) ressaltam que uma pessoa é modificada por meio da sua experiência com o aprendizado, tornando-se diferente com a aquisição do conhecimento. E o sistema *Belt*, que é inspirado no sistema japonês de artes marciais, faz com que as pessoas se aprimorem.

QUADRO 2.2 – Sistema Belt

	<i>Green Belts</i>	<i>Black Belts</i>	<i>Champions</i>
Perfil	Embasamento técnico Respeitado pelos colegas de trabalho Habilidoso com as técnicas e métodos estatísticos e da qualidade	Formação técnica Respeitado pelos colegas de trabalho e pela alta administração Bem habilidoso com as técnicas e métodos estatísticos e da qualidade	Gerente sênior Líder respeitado e mentor das questões relacionadas ao negócio Forte impulsionador do programa Seis Sigma
Papel	Conduzir as equipes de melhoria de processos Treinar nas técnicas e métodos e acompanhar a análise Auxiliar os <i>Black Belts</i> Dedicar-se parcialmente aos projetos seis sigma	Conduzir projetos de melhoria de alto impacto para a empresa e ligados à estratégia Agir como um agente de mudanças Ensinar e liderar membros das equipes multifuncionais Dedicar-se integralmente ao Seis Sigma Transformar os projetos de melhoria em benefícios financeiros	Prover os recursos e forte liderança para os projetos seis sigma Inspirar e compartilhar a visão do Seis Sigma Estabelecer planos e criar infraestrutura Desenvolver indicadores de desempenho Converter os resultados em benefícios financeiros
Treinamento	Duas sessões de três dias com um mês para a aplicação dos conceitos Revisão do projeto na segunda sessão	Quatro sessões de uma semana com três semanas para aplicação dos conceitos Revisão do projeto nas sessões dois, três e quatro	Uma semana de treinamento especial para <i>Champions</i> Elaboração do plano de desenvolvimento e implementação do Seis Sigma
Número	5 % do total de funcionários	Entre 1 e 2 % do total de funcionários	1 por unidade de negócio

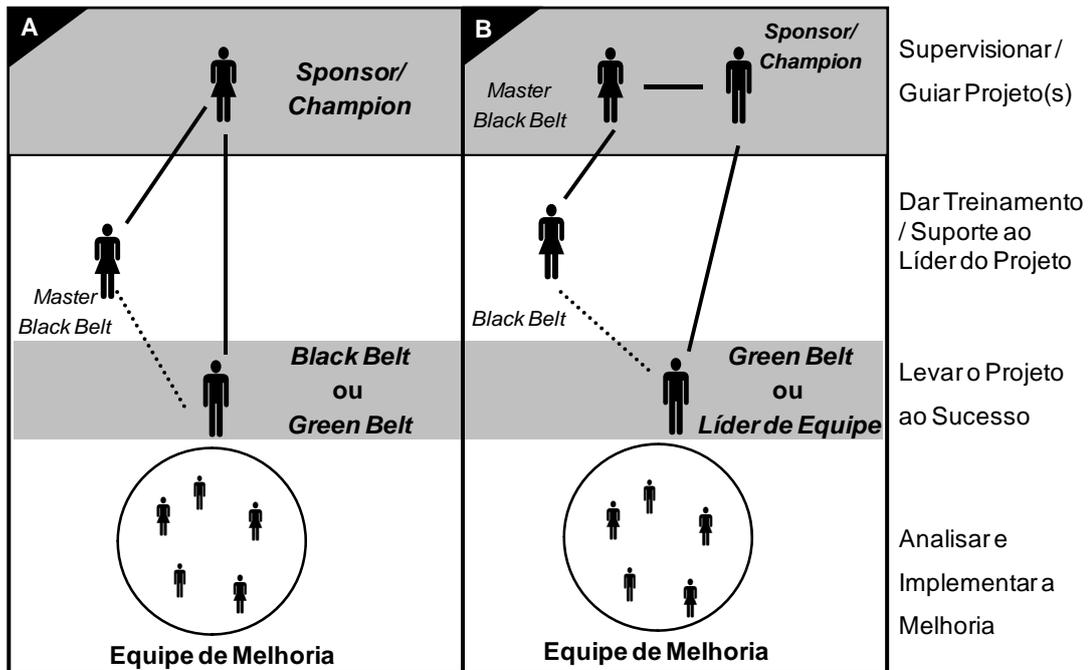
Fonte: Coronado e Antony (2002a, p.96)

Antony e Bañuelas (2002) destacam que o currículo do sistema *Belt* pode variar de organização para organização e de consultor para consultor. Por exemplo, em uma comparação entre o treinamento *Black Belt* da Motorola e o da General Electric (GE), Ingle e Roe (2001) encontraram que na GE ele dura menos tempo, porém é mais bem estruturado do que na Motorola. Esses autores ainda destacam que na Motorola o treinamento parece ser mais flexível.

De acordo com Coronado e Antony (2002a), embora apenas algumas pessoas recebam o treinamento *Belt*, isso não significa que sejam apenas eles os detentores da cultura Seis Sigma. As demais pessoas na organização também precisam se familiarizar com os conceitos do programa, pois elas contribuem com a qualidade dos produtos e serviços.

Apesar do sistema *Belt* oferecer um amplo conhecimento sobre o Seis Sigma, ele não é suficiente. É necessário que outras habilidades e conhecimentos sejam incorporados para sustentar o programa no longo prazo. Nesse sentido, as organizações precisam evoluir de treinadas para organizações de aprendizagem (CORONADO e ANTONY, 2002a).

Outra característica do Seis Sigma é o relacionamento, em termos de níveis hierárquicos, entre as pessoas do sistema *Belt*. Na Figura 2.3, duas opções podem ser observadas para a disposição da estrutura hierárquica das pessoas que compõem o sistema *Belt*.



Fonte: Pande et al. (2002, p.125)

FIGURA 2.3 – Estrutura hierárquica do Seis Sigma

Com o objetivo de evitar que o Seis Sigma se torne uma *buzzword* e que, devido à elevada pressão por resultados, seja usado de forma vaga representando o uso de qualquer método estatístico, o papel do *Black Belt* torna-se crítico, sendo considerado a espinha dorsal na implementação e no suporte do programa Seis Sigma. Apesar de as técnicas não serem novas, a maneira como ele é implementado e devidamente suportado é nova (HOERL, 2001).

Detalhando um pouco mais o Quadro 2.2, Evans e Lindsay (2002) destacam que o treinamento *Black Belt* pode ser agrupado em sete categorias principais:

- métodos estatísticos elementares: estatística básica, pensamento estatístico, teste de hipótese, correlação e regressão simples;
- métodos estatísticos avançados: projeto de experimentos, análise de variância e regressão múltipla;
- projeto de produtos e confiabilidade: QFD e FMEA;

- medição: capacidade de processos e análise do sistema de medição;
- controle de processo: planos de controle e CEP (Controle Estatístico de Processo);
- melhoria de processo: planejamento da melhoria de processos, mapeamento de processos e *poka-yoke*; e
- implementação e equipes de trabalho: efetividade organizacional, avaliação de equipes, técnicas de facilitação e desenvolvimento de equipes.

Além do treinamento, Hoerl (2001) destaca que outro fator que tem contribuído para o sucesso do Seis Sigma na GE é a ligação dos resultados alcançados pelos *Black Belts* ao plano de carreira das pessoas que desempenham esses papéis. Na GE, todos que almejam minimamente algum tipo de promoção necessitam ao menos receber o treinamento de *Green Belt*. Com isso, o suporte aos *Black Belt* em termos de pessoal qualificado (*Green Belts*) pode ser garantido. Além disso, o papel dos *Black Belts* não é visto como uma carreira permanente, mas sim como um meio para ascensão profissional (HOERL, 2001).

Antony e Bañuelas (2002) apontam que a ligação da promoção dos funcionários com a qualificação de *Black Belts* gera maior motivação e comprometimento com o programa.

Por outro lado, pode acontecer que os estatísticos ou “profissionais da qualidade” pretendam seguir o papel de *Black Belts* como uma carreira permanente. No entanto, isso pode restringir os candidatos apenas a um grupo mais restrito de estatísticos e “profissionais da qualidade”, o que pode ocasionar a perda dos benefícios da associação da estatística com a condução do negócio. Esse tipo de escolha não é adequada (HOERL, 2001).

Considerando o papel fundamental do *Black Belt* no programa Seis Sigma, Antony (2004) destaca que a competência deles em conduzir os projetos de Seis Sigma é um fator que pode colocar em risco o Seis Sigma, pois não se pode assumir que todos sejam igualmente capazes.

Com base numa revisão de vários currículos de *Black Belts*, Hoerl (2001) recomenda um currículo em termos de conteúdo a ser abordado em cada etapa do DMAIC e de duração prevista em termos de semanas – Quadro 2.3. O conteúdo apresentado no Quadro 2.3 é voltado ao ambiente de manufatura, porém pode ser adequado ao contexto da organização no que diz respeito às mudanças na ênfase e duração e também à mudança nos exemplos e exercícios mais apropriados à área de aplicação.

QUADRO 2.3 – Currículo *Black Belt* recomendado

	Conteúdo
Contexto ¹	Por que Seis Sigma? DMAIC & DFSS (estudos de caso seqüenciais) Fundamentos do gerenciamento de projetos Fundamentos da efetividade de equipes
Define ¹	Seleção de projetos Escopo dos projetos Desenvolvimento do plano do projeto Projetos envolvendo várias áreas Mapeamento de processos SIPOC (<i>Suppliers – Input – Process – Outputs – Customers</i>) ³
Measure ¹	Desdobramento da Função Qualidade (ou, em inglês, <i>Quality Function Deployment - QFD</i>) Identificação da necessidade dos clientes Desenvolvimento de características críticas para qualidade mensuráveis (ou, em inglês, <i>Critical To Quality - CTQ</i>) Amostragem (dados quantitativos e qualitativos) Análise dos sistemas de medição Controle Estatístico de Processos (CEP) Parte I O conceito de estabilidade de processos As implicações da instabilidade nas medidas de capacidade Análise de capacidade
Analyse ²	Ferramentas básicas para melhoria (7 velhas ferramentas) Ferramentas gerenciais e de planejamento (7 novas ferramentas etc.) Intervalos de confiança Teste de hipótese Análise de variância Regressão Desenvolvimento conceitual de projetos usando o DFSS
Improve ^{3,4}	Projeto de experimentos Conduzindo as melhorias no DMAIC Análise do Modo e Efeito de Falha (ou, em inglês, <i>Failure Mode and Effect Analysis - FMEA</i>) Dispositivo à prova de erros (ou, em inglês, <i>mistake-proofing</i>), também conhecido como <i>Poka Yoke</i> Ferramentas de desenvolvimento do DFSS Desdobramento das CTQ de cima para baixo Capabilidade dos processos de baixo para cima Simulação
Control ⁴	Desenvolvimento de planos de controle Controle Estatístico de Processos (CEP) Parte II Usando os gráficos de controle Conduzindo novos desenvolvimentos pelo DFSS
(A semana na qual o conteúdo será ministrado aparece em sobrescrito)	

Fonte: Hoerl (2001, p.399)

Enfim, os métodos estruturados abordados no treinamento Seis Sigma possibilitam que as melhorias possam ser alinhadas de forma mais coerente com os objetivos de desempenho da organização (LINDERMAN et al., 2003).

³ Ou, em português, Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas e Clientes.

2.6 Projetos Seis Sigma

Para Juran (1989, p.35) um projeto é: “um problema agendado para solução”. Seguindo essa definição, Snee (2001, p.66) define um projeto seis sigma como: “um problema agendado para solução com as correspondentes medidas de desempenho que podem ser usadas para selecionar os objetivos do projeto e monitorar seu progresso”.

Existem duas categorias para os problemas: de solução conhecida inicialmente e de solução desconhecida (o Seis Sigma deveria ser direcionado para este tipo). Um problema de solução conhecida pode ter o objetivo de instalar uma bomba de água, fixar um telhado ou introduzir um produto mais efetivo no mercado. Em cada uma dessas situações, é conhecido o que se irá fazer. O projeto é completado com a nomeação de um gerente do projeto, provendo os recursos necessários e usando técnicas de gerenciamento de projetos. As técnicas do Seis Sigma não são necessárias aqui, embora os projetos possam ser beneficiados pelo pensamento por processo e pelas técnicas de medição e monitoramento usadas pelo Seis Sigma. No segundo caso, o Seis Sigma precisa de medidas que quantifiquem a magnitude do problema e possam ser usadas para selecionar metas e monitorar o progresso dos projetos. É essencial que seja identificado o processo que contenha o problema. O processo provê o foco e o contexto para o trabalho de melhoria do Seis Sigma (SNEE, 2001).

As atividades de melhoria da qualidade são tipicamente conduzidas por projetos de melhoria. A natureza pró-ativa distingue a melhoria da qualidade do controle da qualidade, que é um processo *on-line* e reativo em natureza (De MAST, 2003).

Os projetos de melhoria lidam diretamente com as características críticas para qualidade (ou, em inglês, *Critical To Quality* – CTQ). Nesse sentido, um problema da qualidade pode ser entendido como uma ou mais CTQs que não alcançam seus requerimentos. A solução de um projeto de melhoria consiste em buscar os fatores que influenciam os resultados dessas CTQs (De MAST, 2003).

Os projetos seis sigma procuram estruturar os problemas por meio do mapeamento do processo, definição das variáveis-chave de entrada do processo (ou, em inglês, *key process input variables* – KPIVs), que são os x_i e das variáveis-chave de saída do processo (ou, em inglês, *key process output variables* – KPOVs), que são os y_i ou, simplesmente, as CTQs. Além disso, os y_i precisam estar claramente definidos em termos de expectativas-chave que serão entregues. Essas são tipicamente apresentadas em termos dos indicadores de desempenho do Seis Sigma (nível Sigma, DPMO, RTY etc.) (URDHWARESHE, 2000).

Os projetos seis sigma podem ser de dois tipos: *top-down* ou *bottom-up*. O primeiro costuma apresentar um alinhamento maior com os objetivos organizacionais e com os requisitos dos clientes, porém pode apresentar um escopo muito amplo. O segundo é elaborado pelos *Black Belts* e, por isso, costuma apresentar um escopo melhor definido, entretanto pode não atender tão bem aos objetivos organizacionais e, conseqüentemente, à demanda da alta administração (LYNCH et al., 2003).

Quanto aos resultados, um projeto seis sigma pode estar voltado tanto para a melhoria da eficácia (atendimento às necessidades dos clientes) quanto para a eficiência (atender às necessidades dos clientes com o mínimo esforço) dos processos (GRYNA, 2001).

O fato de o Seis Sigma ser um programa bem estruturado que utiliza projetos para realização das atividades de melhoria é preferível a outras abordagens que buscam soluções de forma aleatória. Isso confere ao Seis Sigma um diferencial na busca pelas causas verdadeiras dos problemas (HAMMER, 2002).

2.6.1 Escopo

O escopo do projeto pode ser definido antes do início da busca pela solução do problema no método DMAIC.

Lynch et al. (2003) destacam que o escopo dos projetos é uma parte vital do projeto. Esses autores destacam que os treinamentos em Seis Sigma costumam abordar superficialmente este estágio e, com isso, ele acaba sendo realizado na base da tentativa e erro. Para que o escopo do projeto seja realizado de forma adequada, alguns dados podem ser analisados inicialmente, pois isso ajudará proporcionando uma perspectiva inicial das possíveis variáveis envolvidas. Outro aspecto é que a equipe poderá retornar à fase *Define*, mesmo depois do projeto ter sido iniciado, porque, à medida que o conhecimento sobre o projeto aumenta, pode-se identificar que o projeto precisa de outro recorte (LYNCH et al., 2003). Esses autores apresentam as seguintes barreiras ao desenvolvimento dos projetos seis sigma:

- estipular metas financeiras elevadas pode conduzir o *Black Belt* a definir um escopo muito abrangente para tentar alcançá-las, e isso pode comprometer o término do projeto seis sigma;
- a falta de *Master Black Belts* dentro da organização pode gerar dificuldades, pois eles, por serem mais experientes no Seis Sigma, podem administrar os conflitos entre os *Black Belts* e os *Champions* sobre a estipulação das metas;

- em função dos *Champions* também serem responsabilizados pelo resultado dos projetos, é necessário que eles conheçam mais a fundo o Seis Sigma, caso contrário escopos muito abrangentes podem ser definidos por eles;
- os projetos do tipo *top-down* costumam ser muito abrangentes, necessitando de um desdobramento mais complexo;
- os projetos do tipo *bottom-up* podem não apresentar uma ligação coerente com os objetivos organizacionais nem com os requisitos dos clientes. Isso pode fazer com que a alta administração não apóie devidamente o Seis Sigma; e
- alguns *Black Belts* podem querer conduzir projetos muito ambiciosos em termos de escopo para obterem ganhos elevados, entretanto a soma de vários projetos menores num mesmo período de desenvolvimento pode apresentar um ganho total maior.

A duração dos projetos seis sigma também é algo que precisa ser controlado porque, quando o tempo estimado do projeto se estende para além do planejado, os custos tangíveis (mão-de-obra e materiais) e intangíveis (frustração e divisão de poder) aumentam. Por isso, projetos com escopos muito abrangentes e com metas muito ambiciosas podem conduzir ao descrédito do programa Seis Sigma (LYNCH et al., 2003). No entanto, convém destacar que Hammer (2002) afirma que as organizações que incentivam um maior número de projetos menores oferecem uma maior probabilidade de sucesso e retorno financeiro, porém não conduzem a uma melhoria sistêmica da empresa.

2.6.2 Seleção

Uma *survey*, conduzida em empresas da Inglaterra, apontou que as atividades de seleção e priorização dos projetos de melhoria são fatores críticos de sucesso na implementação do Seis Sigma (ANTONY, 2004).

As organizações costumam passar por três estágios no processo de seleção dos projetos seis sigma: seleção dos projetos oportunistas, associação dos projetos às questões estratégicas e utilização de um sistema de gerenciamento de projetos. O primeiro é o de seleção dos projetos oportunistas em que a gerência, baseada em problemas que estão afetando o desempenho da organização, propõe sugestões de projetos. O segundo retrata a associação dos projetos às questões estratégicas em que eles são selecionados com base nos objetivos estratégicos da empresa. O último trata da utilização de um sistema de

gerenciamento de projetos em que a organização preocupa-se com a integração entre os processos, procurando identificar áreas-chave de melhorias para realização dos projetos. Destaca-se que, no primeiro estágio, o Seis Sigma pode trazer resultados para a organização, porém a forma como é colocado torna-o insustentável no longo prazo (BERTELS e PATTERSON, 2003).

Além dos estágios, que estão relacionados com a maturidade da organização em lidar com o processo de seleção, existem alguns fatores que necessitam ser considerados para a seleção dos projetos seis sigma.

O impacto na satisfação do cliente e os benefícios financeiros são fatores prioritários para a seleção dos projetos. Ao lado disso, é necessário que a alta administração participe da seleção dos projetos e dos líderes deles (URDHWARESHE, 2000).

De Mast (2003) destaca que a seleção dos projetos é baseada em três características do programa Seis Sigma: foco no cliente, ênfase na tomada de decisão baseada em dados e priorização em termos de benefícios financeiros.

De forma a englobar todos os fatores anteriores, Antony (2004) destaca que três vezes precisam ser consideradas para a seleção dos projetos: a do processo, a do cliente e a dos objetivos estratégicos do negócio. Além disso, esse autor destaca que os seguintes itens precisam ser analisados durante a seleção dos projetos seis sigma:

- ligação do projeto ao plano estratégico do negócio e aos objetivos organizacionais;
- senso de urgência – tamanho da importância do projeto em relação ao desempenho do negócio (tanto em termos de melhoria do processo quanto em resultados financeiros);
- seleção dos projetos que podem ser completados em menos de seis meses. Está relacionado aos problemas com o escopo do projeto;
- os objetivos do projeto precisam ser claros, sucintos, específicos, atingíveis, realísticos e mensuráveis;
- estabelecimento de um critério de seleção. Por exemplo, impacto nos requisitos dos clientes; impacto financeiro; duração estimada do projeto; recursos estimados requeridos; habilidades necessárias para condução do projeto; probabilidade de sucesso do projeto; e risco envolvido;
- os projetos precisam de aprovação e suporte da alta administração;

- definir o projeto em termos do impacto dele nas CTQs; e
- os projetos precisam ser definidos em termos de medidas de desempenho realísticas e confiáveis (DPMO, índices de capacidade etc.).

2.6.3 Contabilização dos ganhos

Uma forma de avaliar os ganhos de um projeto de melhoria é considerar os benefícios econômicos que ele traz. Um dos motivos da elevada popularidade do Seis Sigma é o fato de ele quantificar os resultados em termos financeiros (BISGAARD e FREIESLEBEN, 2001).

Os estudos dos ganhos financeiros podem ocorrer num projeto seis sigma em dois momentos: na fase de definição e após o término do projeto (BISGAARD e FREIESLEBEN, 2004).

Os custos da não-qualidade ou qualidade pobre (ou, em inglês, *Cost of Poor Quality* - COPQ), que consistem nos custos de prevenção, avaliação, falhas internas e falhas externas, podem auxiliar a análise dos ganhos financeiros, pois fornecem uma estrutura inicial que possibilita converter aumento da qualidade em termos financeiros (SCHOTTMILLER, 2004). Além disso, Bisgaard e Freiesleben (2004) destacam que o COPQ é comumente utilizado nas indústrias como um critério-chave para a seleção e a avaliação dos projetos seis sigma.

A estrutura de custos totais da organização também exerce um papel importante na avaliação dos ganhos. Isso pode ser feito por meio da estrutura da contabilidade gerencial apropriadamente modificada para o contexto da qualidade (BISGAARD e FREIESLEBEN, 2004). Com isso, os *Black Belts* e *Green Belts* poderão falar a linguagem da alta administração que, segundo Juran e Gryna (1991), é a financeira.

Nesse sentido, Bisgaard e Freiesleben (2001) e Bisgaard e Freiesleben (2004) destacam que os projetos seis sigma precisam apresentar seus resultados em termos financeiros e não em termos técnicos. Para isso, Bisgaard e Freiesleben (2001) e Bisgaard e Freiesleben (2004) apresentam formas de relacionar os indicadores de desempenho do Seis Sigma aos resultados financeiros:

- custos variáveis associados às falhas internas: ao se considerar um mesmo volume de vendas, a diminuição da taxa de refugo e do retrabalho dos processos produtivos proporcionará a diminuição do ponto de equilíbrio econômico (*break-even point*), pois custos variáveis

menores para um preço fixo promoverá uma margem de contribuição maior, reduzindo, assim, o ponto de equilíbrio. Isso ocasionará uma maior proteção para a organização nos períodos de recessão, já que o ponto de equilíbrio diminuiu;

- *soft savings* associados às falhas internas: é uma consequência do anterior, pois os processos tornam-se mais eficientes, ou seja, existe menos retrabalho e refugo. Isso conduz a um aumento da capacidade produtiva real, o qual, se absorvido pelo mercado, pode ser considerado como um investimento em equipamentos que foi economizado, ou seja, os *soft savings*;
- custos variáveis associados às falhas externas: se parte dos produtos com defeito saírem da empresa, isso ocasionará custos devido à assistência técnica e reclamações de clientes. Esses produtos promovem um acréscimo aos custos variáveis ao se considerar que esse tipo de falha é proporcional à quantidade vendida;
- despesas associadas às falhas externas: os produtos que saem da empresa com problemas podem, além de causar aumento nos custos variáveis ao voltarem, exigir que a empresa tome medidas para evitar a depreciação da sua imagem perante o público, o que pode gerar gastos adicionais; e
- preço prêmio: uma organização que entrega produtos com qualidade superior à oferecida pelos concorrentes pode cobrar mais por isso, pois os clientes podem estar dispostos a pagar mais por ela, o que recairá diretamente no lucro da empresa, pois a margem de contribuição também aumentará.

Os *soft savings* também são apresentados sem essa nomenclatura específica por Dale et al. (2000), que afirmam que a redução de defeitos promovida pelo Seis Sigma não se traduz imediatamente em mais clientes satisfeitos, mas pode promover uma maior produtividade, menores custos e, conseqüentemente, maiores lucros.

Um importante requisito durante a condução dos projetos seis sigma é que as estimativas financeiras geradas sobre os indicadores de desempenho do Seis Sigma necessitam ser validadas pela contabilidade da organização (MICHALSKI, 2003). Complementar a isso, Rudisill e Clary (2004) evidenciam que as organizações não têm

aproveitado adequadamente o potencial dos contadores e analistas financeiros no contexto do Seis Sigma. Eles destacam que o papel principal desses atores vem sendo apenas na verificação da integridade das estimativas financeiras dos projetos seis sigma. No entanto, os contadores e analistas financeiros deveriam ser integrados em todas as fases do DMAIC, pois eles podem atuar procurando oportunidades de melhoria, avaliando as medidas, monitorando os custos e ganhos, verificando as melhorias e mantendo o controle.

Considerando que as melhorias promovidas pelo Seis Sigma sejam convertidas de forma direta ou indireta (*soft savings*), pode-se considerar também que os gastos com o Seis Sigma são um investimento, não um custo (BISGAARD e FREIESLEBEN, 2001; BISGAARD e FREIESLEBEN, 2004). Antony (2004) afirma que, enquanto os projetos seis sigma quantificarem os resultados financeiros, o Seis Sigma prosperará e, quando isso deixar de acontecer, ele pode desaparecer.

2.6.4 Métodos de melhoria

Embora inicialmente o Seis Sigma tenha sido desenvolvido para melhoria dos processos, ele também pode ser aplicado para o planejamento de novos produtos e processos. Essa variação é conhecida como *Design For Six Sigma* (DFSS) ou, em português, projeto para o Seis Sigma (BAÑUELAS e ANTONY, 2004). Esses mesmos autores destacam, em Bañuelas e Antony (2003), que, enquanto o Seis Sigma foca a redução da variabilidade de processos já existentes, sendo por isso considerado uma abordagem reativa, o DFSS busca efetuar um planejamento avançado da qualidade dos processos e produtos de forma que a qualidade possa ser predita antes mesmo do lançamento desses processos e produtos. Por isso, é uma abordagem mais agressiva.

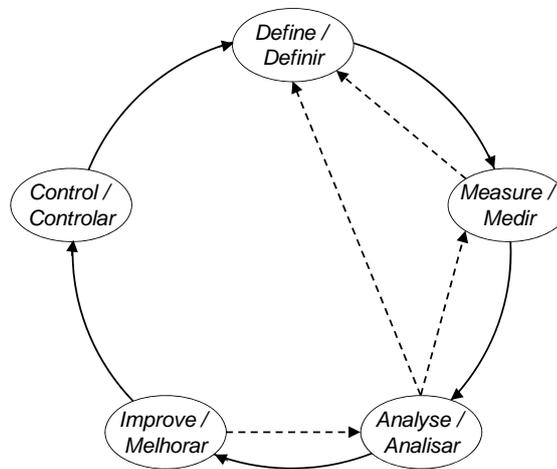
Com isso, as etapas dos projetos seis sigma são direcionadas por métodos diferentes para cada caso. Para melhoria de processos já existentes, o método utilizado, segundo Kwak e Anbari (2006), Eckes (2003), Evans e Lindsay (2002) e Henderson e Evans (2000), é o DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*)⁴. Alguns autores apresentam o Seis Sigma com apenas as etapas MAIC (De MAST, 2004), que, de acordo com Rotondaro (2002), foi a desenvolvida inicialmente pela Motorola, sendo que a fase *Define*, segundo Henderson e Evans (2000), foi adicionada pela General Electric mais tarde. Kwak e Anbari (2006) destacam que, para o desenvolvimento de novos processos e produtos, o

⁴ Ou, em português, Definir, Medir, Analisar, Implementar as melhorias e Controlar.

método utilizado é o DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design e Verify*)⁵. Ele também pode apresentar, de acordo com Bañuelas e Antony (2004), outra variante: a IDOV (*Identify, Design, Optimise e Verify*)⁶. Devido ao escopo do trabalho, não serão apresentados maiores detalhes sobre o DFSS nem sobre os métodos DMADV ou IDOV.

A literatura pesquisada constatou o método DMAIC como sendo o amplamente aceito. Existe uma concordância entre o conteúdo das fases MAIC, porém isso não foi verificado na fase *Define*. Gryna (2001), Evans e Lindsay (2002) e Rotondaro (2002) consideram que o processo de seleção do projeto seis sigma a ser conduzido está nessa fase, enquanto que Eckes (2003) e Werkema (2002) consideram que a seleção do projeto ocorre antes da fase *Define*. Considerando que a seleção do projeto pertence à fase *Define*, a seguir apresenta-se uma visão geral de cada fase do método DMAIC segundo Evans e Lindsay (2002), Rotondaro (2002) e Gryna (2001).

A Figura 2.4 representa o DMAIC e suas fases. É possível observar que as fases perfazem um ciclo. Além disso, convém destacar que depois de uma determinada fase ter sido iniciada, pode ser necessário retornar a uma fase anterior para que novas análises sejam feitas, novos dados coletados ou mesmo o escopo seja redefinido.



Fonte: Adaptado de Eckes (2003, p.29)

FIGURA 2.4 – Método DMAIC

O método DMAIC é análogo a um funil - Figura 2.5, pois ao longo do seu desenvolvimento, mediante a aplicação dos adequados métodos estatísticos e técnicas da qualidade, as várias causas são filtradas de forma a evidenciar as poucas causas (x_i ou KPIVs)

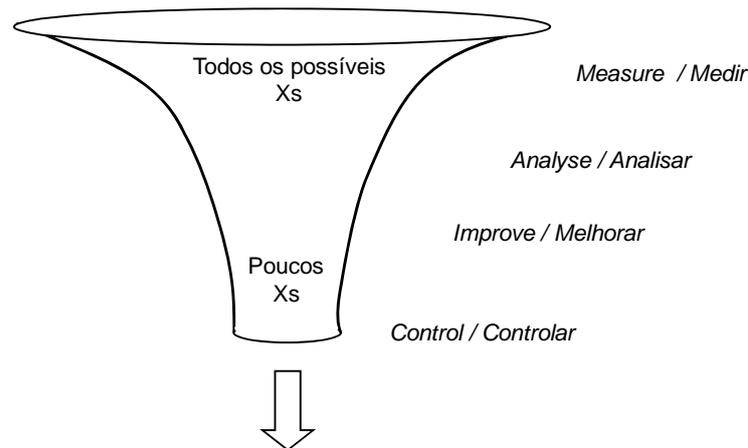
⁵ Ou, em português, Definir, Medir, Analisar, Desenvolver e Verificar.

⁶ Ou, em português, Identificar, Desenvolver, Otimizar e Verificar.

que mais influenciam o resultado de um processo (y ou KPOV) (LYNCH et al., 2003; URDHWARESHE, 2000). Em outras palavras, um problema é simplificado até que possa ser entendido e, com isso, uma solução adequada para ele seja implementada.

A seguir, segundo a revisão bibliográfica efetuada, apresenta-se cada uma das fases do DMAIC bem como seus estágios.

A fase *Define* consiste em identificar os clientes e suas prioridades; identificar um projeto seis sigma satisfatório alinhado aos objetivos do negócio bem como aos requisitos dos clientes e *feedback*; e identificar as características críticas para qualidade (CTQs) que os clientes consideram ter maior impacto na qualidade (EVANS e LINDSAY, 2002). Eckes (2003) destaca que, de uma forma mais abrangente, os clientes podem ser entendidos como os *stakeholders*. Essa fase pode ser dividida nos seguintes estágios: identificação dos projetos em potencial; avaliação e seleção dos projetos; elaboração do *Project Charter*; e desenvolvimento do mapa do processo global.



Fonte: Adaptado de Urdhwareshe (2000)

FIGURA 2.5 – Efeito funil do método DMAIC

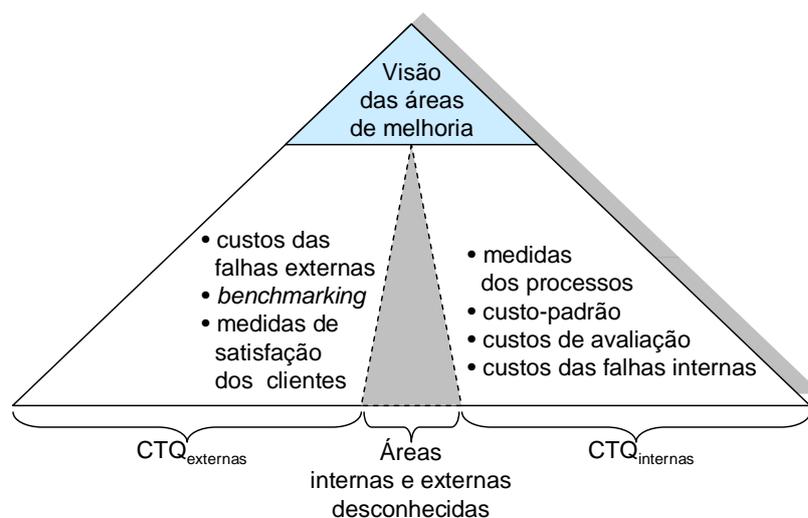
No estágio da identificação dos projetos em potencial, é efetuada uma análise informal do projeto e dos seus potenciais benefícios. O foco precisa ser na identificação das oportunidades que estejam ligadas aos requisitos do cliente, aos objetivos de desempenho e à missão da qualidade da organização (GRYNA, 2001).

Pande et al. (2002) destacam que é necessário que a organização seja vista por processos, pois mesmo um departamento ou função serve a clientes internos e, com isso, segundo Rotondaro (2002), é possível desenhar os processos críticos procurando identificar os que têm relação com as CTQs estabelecidas e que estão gerando resultados ruins.

Várias fontes de dados podem ser utilizadas nessa etapa, por exemplo: dados internos da empresa, COPQ, altos custos de mão-de-obra, padrões de qualidade impostos pelo mercado, estudos de satisfação dos clientes, lacunas entre as metas de desempenho e o desempenho atual, entradas de todos os níveis hierárquicos, estudos de *benchmankings*, regulamentações governamentais, e outras formas de avaliação (GRYNA, 2001; ROTONDARO, 2002).

Depois de identificado em meio às várias fontes de dados, o problema do projeto precisa ser traduzido em termos das características críticas para qualidade (CTQs) que possam ser medidas (WERKEMA, 2002; ROTONDARO, 2002; LINDERMAN et al., 2003). Além disso, Linderman et al. (2003) enfatizam que a escolha delas precisa ser baseada nos requisitos dos clientes, e não nas considerações internas.

As CTQs, segundo Carvalho (2002), podem ser classificadas em dois grupos: dos processos críticos dentro da organização (CTQ_{interna}) ou da demanda do mercado (CTQ_{externa}). Essa definição vem ao encontro do exposto por Taylor e Wright (2006), que destacam o papel da medição de desempenho no fornecimento de orientação às atividades de melhoria. Essa orientação é oriunda de três áreas: áreas para melhoria desconhecidas internamente, mas conhecidas externamente; áreas para melhoria desconhecidas interna e externamente (estas exigem o desenvolvimento de novas habilidades, para que no futuro possam ser evidenciadas); e áreas para melhoria conhecidas internamente, mas desconhecidas externamente. A Figura 2.6 sintetiza isso.



Fonte: Adaptado de (CARVALHO, 2002; TAYLOR e WRIGHT, 2006)

FIGURA 2.6 – Visão das áreas de melhoria

O estágio avaliação e seleção dos projetos trata da realização de um exame mais formal que considera vários fatores. Por exemplo, Gryna (2001, p.59) destaca que as seguintes questões podem ser investigadas: “Podemos atuar? Podemos analisar? Existem dados disponíveis? Eles são mensuráveis? Quais áreas serão afetadas? Qual é o nível de controle?”.

A seleção de um projeto de melhoria envolve três análises de viabilidade: a técnica, a financeira e a econômica (CARVALHO, 2002). A técnica está relacionada com o risco do projeto não obter a melhoria de desempenho planejada. A financeira depende do fato de a organização possuir recursos suficientes para financiar o projeto. A econômica envolve a relação custo/benefício.

Lynch et al. (2003) destacam que a quantificação dos custos, benefícios e tempo envolvidos num projeto seis sigma são críticos, pois o resultado de uma análise sobre tais variáveis determinará se o projeto será (ou não) executado.

Pande et al. (2002) destacam que a avaliação dos benefícios financeiros iniciais de um projeto pode ser realizada avaliando-se os custos de retrabalho, ineficiência, clientes insatisfeitos ou perdidos. E o passo seguinte seria fazer uma estimativa da amplitude da possibilidade de redução de tais perdas. Por exemplo, se for usada uma medida de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) para um dado processo, poderia ser determinado o custo médio de cada defeito (levando-se em consideração os custos variáveis envolvidos) e, com isso, uma economia total de uma redução de defeitos poderia ser estimada. No entanto, os mesmos autores destacam que esse tipo de avaliação nunca será perfeito pelas seguintes razões:

- envolvem grande quantidade de trabalho para quantificar os custos para todos os problemas, por isso o nível de detalhamento pode necessitar de redução;
- dificuldade em se conhecer até que ponto é possível melhorar o processo, pois até que o problema seja analisado nas fases posteriores, nessa etapa não passa de uma suposição;
- quando se trata de avaliar impactos externos, como, por exemplo, quantos clientes se ganharão com uma dada melhoria, torna-se difícil quantificar futuros ganhos; e
- os sistemas de custeio tradicionais, segundo Sanders e Hild (2000), não capturam os verdadeiros custos associados com os processos.

A decisão final dos projetos que serão desenvolvidos costuma ser tomada pela alta administração (GRYNA, 2001).

No estágio Elaboração do *Project Charter*, é preparada uma espécie de resumo do projeto seis sigma o qual tem por objetivo demonstrar o propósito do projeto bem como manter a equipe alinhada aos seus objetivos (ECKES, 2003; WERKEMA, 2002). Segundo Eckes (2003), ele possui os seguintes elementos.

Business case: trata de uma breve descrição do motivo de realização do projeto, por que ele tem prioridade sobre os demais e quais os impactos do projeto nos objetivos estratégicos do negócio.

Descrição do problema: é uma curta e mensurável declaração do problema, evidenciando há quanto tempo ele vem ocorrendo, descrevendo a lacuna entre o estado atual e o desejado. Linderman et al. (2003) afirmam que, inicialmente, as medidas da CTQ podem ser convertidas para DPMO e depois para a escala sigma.

Escopo: refere-se ao recorte do problema, ou seja, aos limites de atuação da equipe.

Definição dos objetivos e metas: especifica os novos limites de desempenho a serem atingidos e também o tempo para que isso seja alcançado. Convém destacar que, numa pesquisa empírica conduzida por Linderman et al. (2006), foi observado que o estabelecimento de metas pode ser motivador quando as equipes de melhoria aderem às técnicas da qualidade e aos métodos estatísticos do Seis Sigma. No entanto, quando isso não acontece, as metas desafiadoras tornam os projetos de melhoria contraproduativos. Linderman et al. (2003) afirmam que a seleção das metas de melhoria dos projetos seis sigma envolvem aspectos técnicos e comportamentais. Eles destacam que, se a meta possuísse somente considerações técnicas, então a seleção de metas difíceis poderia sempre resultar em melhoria do desempenho. No entanto, quando as metas são percebidas como muito difíceis pelos membros, isso pode resultar em baixo compromisso, o qual pode conduzir a um baixo desempenho. As metas, desde que selecionadas de forma apropriada, podem alterar a percepção dos membros sobre a fronteira do desempenho, sobre a magnitude da mudança que é possível alcançar. Com isso, os líderes precisam entender que o sucesso do Seis Sigma não depende apenas do entendimento técnico, mas também comportamental. Linderman et al. (2003) também apresentam uma regra grosseira, normalmente se utiliza uma meta de melhoria no processo de 10x. Por exemplo, se um processo apresenta DPMO de 66.000, então, pela regra, a meta de melhoria seria de 6.600 DPMO. Contudo, às vezes não existem

dados iniciais para se fazer a estimativa de melhoria, o que acaba tornando difícil estabelecer metas claras.

Cronograma detalhado: é uma programação do tempo a ser despendido para cada etapa do método DMAIC pela equipe.

Papéis e responsabilidades da equipe do projeto: são definidos os membros (*Champion, Black Belt e Green Belts*) que formarão a equipe do projeto seis sigma e também como cada uma atuará ao longo do desenvolvimento do método DMAIC.

No estágio de desenvolvimento do mapa do processo global, é realizado um mapeamento do processo principal envolvido no projeto. Esse mapeamento precisa ser elaborado com fidelidade ao momento em que o processo se encontra (ECKES, 2003). Para isso, pode ser usado o SIPOC (PANDE et al., 2002). Werkema (2002) destaca que o detalhamento do processo não precisa ser realizado nessa etapa.

A fase *Measure* consiste em determinar como medir o processo e como está o desempenho dele; identificar os processos-chave que influenciam as CTQs; e medir os defeitos gerados por tais processos (EVANS e LINDSAY, 2002).

Essa fase é muito importante para o Seis Sigma, pois o diferencial dele de tantos outros programas é a ênfase na tomada de decisões baseadas em fatos e dados e não em opiniões (ECKES, 2001). Gryna (2001) destaca que a etapa *Measure* também serve para ajustar o projeto seis sigma à medida que os resultados desta etapa evidenciem que o projeto é muito ambicioso e necessita ser dividido em projetos menores. Isso quer dizer que um problema pode ser reduzido a dois problemas menores. Werkema (2002) também evidencia que nessa etapa o problema é refinado e que pode ser desdobrado em outros projetos seis sigma. Essa fase pode ser dividida nos seguintes estágios: mapeamento detalhado; estruturação para a coleta de dados; implementação e validação da coleta de dados; e medição da capacidade do processo.

No estágio do mapeamento detalhado, o processo é mapeado num nível de detalhamento maior, sendo os subprocessos evidenciados para que se definam as suas entradas e as saídas (ROTONDARO, 2002). Com isso e outras informações sobre o processo, segundo Breyfogle III (1999), é possível relacionar inicialmente os x_i (KPIVs) com os y_i (KPOVs). Ou seja, estabelecer a relação de causa-e-efeito do tipo $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ (ROTONDARO, 2002).

Segundo Eckes (2001), existem três áreas nas quais o processo pode ser medido – Quadro 2.4. O SIPOC pode fornecer uma visão complementar a essas três áreas.

QUADRO 2.4 – Áreas de medição de um processo

Medidas de entrada (eficácia do fornecedor)	Medidas de processo (sua eficiência)	Medidas de resultado (sua eficácia)
As medidas básicas de qualidade aplicadas aos fornecedores	Medidas da eficiência do processo: ciclo de tempo; valor; e mão-de-obra	Medidas de quanto as expectativas estão sendo atendidas

Fonte: Eckes (2001, p.83)

O estágio da estruturação para a coleta de dados serve para orientar o processo de coleta de dados, e, por meio de uma revisão em Eckes (2001), Eckes (2003) e Pande et al. (2002), foram identificados os seguintes elementos pertencentes a esse estágio:

- o que medir: a partir do mapeamento do processo, os dados a serem medidos podem ser medidas de resultado (y_i) ou fatores causais (x_i) que poderão ajudar nas fases posteriores. Eles precisam estar relacionados ao problema e também às CTQs relacionadas aos clientes;
- tipo de medida: o que está sendo medido pode ser classificado como medida de entrada, processo, ou resultado;
- tipo de dados: pode ser classificado como atributo (conforme / não-conforme, bom/ruim etc.) ou variável (tempo, diâmetro etc.);
- unidade de medida: (mm, cm, m, segundos, minutos, horas, dias etc.);
- definição operacional: é a descrição de algo que será medido, em que todas as partes envolvidas possuem uma compreensão comum e não existe qualquer ambigüidade sobre aquilo que está sendo medido;
- alvo ou especificação: o alvo é o valor ideal de uma característica da qualidade para o cliente, e a especificação é uma faixa de valor aceitável para a característica da qualidade;
- fonte de dados: deve-se fazer a opção por utilizar dados históricos ou coletar novos dados. A escolha é feita em função da facilidade de acesso aos dados; do formato em que os dados estão disponibilizados; da confiabilidade dos dados existentes; e dos esforços necessários (custo e parada da produção) para a coleta de novos dados. Destaca-se a seguinte afirmação de Werkema (2002, p.85): “frequentemente, os dados já existentes não são confiáveis”; e
- plano de coleta de dados: consiste basicamente de três elementos (Pande et al., 2002): formulários, estratificação e amostragem. Os

formulários servem para registrar os dados de uma maneira clara. A estratificação permite explorar informações relevantes sobre os dados, tais como: quem (indivíduo A ou B), o quê (defeito A ou B), quando (turno A ou B), onde (máquina A ou B). No caso da necessidade de novos dados, a amostragem pode tornar-se necessária e, com isso, a frequência e o tamanho da amostra tornam-se fatores importantes para garantir a representatividade.

O estágio implementação e validação da coleta de dados refere-se ao treinamento das pessoas que coletarão os dados e à verificação da confiabilidade dos dados que foram obtidos. Nesse processo, a equipe também pode refletir sobre eventuais problemas encontrados durante a coleta dos dados com a finalidade de aprimorar o processo para os próximos projetos seis sigma (PANDE et al., 2002).

Pande et al. (2002) destacam que, com dados confiáveis e indicadores Seis Sigma, caso as medições cubram a maior parte dos processos fundamentais focados nos clientes, os *Belts* poderão procurar as áreas mais críticas para que as ações de melhoria possam ser conduzidas. Isso também propicia que os projetos seis sigma sejam iniciados com mais rapidez, porque os dados já estarão disponíveis. Conseqüentemente, essa etapa conduz a uma reflexão sobre se a medição de desempenho da organização está adequada ou não.

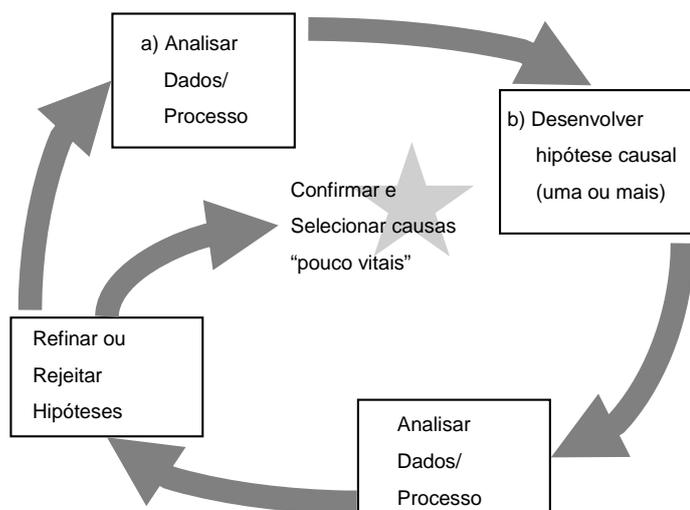
O estágio relativo à medição da capacidade do processo está associado à determinação da habilidade do processo em encontrar os limites de especificação de um determinado produto. Na fase *Measure*, a capacidade inicial do processo é calculada para que possa servir de comparação ao término do projeto, para verificar o quanto as ações de melhoria foram eficazes. Em vez da capacidade do processo, o nível sigma ou DPMO também pode ser usado para comparação.

A fase *Analyse* consiste em determinar as causas mais prováveis dos defeitos e entender por que os defeitos são gerados, identificando as variáveis-chave que têm maior impacto na variação do resultado do processo (EVANS e LINDSAY, 2002). Eckes (2001) destaca que o objetivo desta fase é determinar quais os diversos x_i , ou causas, do processo que mais contribuem com o desempenho, ou efeito, de y . Para isso, Rotondaro (2002) destaca que, nesta etapa, as técnicas da qualidade e os métodos estatísticos servem para evidenciar as causas óbvias e não-óbvias que influenciam o resultado do processo.

Existem basicamente dois caminhos ou fontes de dados, que podem ser combinados, para se chegar às principais causas do desempenho inadequado de um processo: porta dos dados e porta do processo (ECKES, 2001). O primeiro é por meio da análise dos

dados coletados na fase *Measure* e é mais indicado quando o objetivo é melhorar a eficácia do processo (melhorar a satisfação do cliente, por exemplo). O segundo procura analisar o fluxo do processo e é mais adequado quando o objetivo é a melhoria da eficiência do processo (redução do ciclo de tempo, por exemplo).

A fase *Analyse* pode ser representada por um ciclo que é impulsionado por meio da geração e da validação de hipóteses quanto à causa do problema. A Figura 2.7 representa este ciclo.



Fonte: Pande et al. (2002, p.262)

FIGURA 2.7 – O ciclo de hipótese/análise da causa-raiz

O ciclo pode ser iniciado no ponto (a), examinando o processo e os dados para identificar causas possíveis, ou no ponto (b), começando com a suspeita de uma causa e procurando confirmá-la ou rejeitá-la mediante uma análise. Quando é encontrada uma hipótese que não seja correta, é necessário que o ciclo seja reiniciado, mas vale destacar que, mesmo as causas estando incorretas, elas são uma oportunidade para refinar a explicação sobre o problema (PANDE et al., 2002). No entanto, é importante ressaltar que Eckes (2003) afirma que as equipes costumam ter uma noção pré-concebida do problema e acabam passando pela fase *Analyse* superficialmente, propondo soluções precipitadas.

Um destaque relativo à medição de desempenho é que, durante a fase *Analyse*, novos dados podem ser requeridos para discernir padrões, tendências ou outros fatores a respeito do problema (PANDE et al., 2002).

Ho e Ribeiro (2002) destacam que a utilização de softwares estatísticos é quase imprescindível nesta fase, pois eles facilitam os cálculos e desenham os gráficos necessários.

A fase *Improve* procura identificar meios para remover as causas dos defeitos; confirmar as variáveis-chave e quantificar seus efeitos nas CTQs; identificar os limites de variação aceitáveis das variáveis-chave e criar um sistema para medir os desvios dessas variáveis; e modificar o processo para que fique dentro dos limites de variação aceitáveis (EVANS e LINDSAY, 2002). Essa fase pode ser dividida nos seguintes estágios: confirmar as principais causas; avaliar as alternativas de solução; testar as soluções propostas; tratar da resistência à mudança; e implementar as soluções.

O primeiro estágio trata da confirmação das principais causas. Nele são levantadas várias causas (x_i) que influenciam o desempenho (y) do processo. No entanto, quando necessário, é preciso identificar aquelas que mais afetam o resultado do processo para que a melhoria possa ser mais bem direcionada (GRYNA, 2001; RAMOS, 2002b).

No estágio de avaliação das alternativas de solução, a equipe propõe e discute as possíveis soluções para remover ou atenuar as principais causas que conduzem à variação do desempenho do processo (GRYNA, 2001). Vários fatores podem ser considerados para a escolha da ação de melhoria mais adequada, por exemplo: relação custo/benefício, resistência à mudança, tempo de implementação, incerteza sobre a efetividade etc. (GRYNA, 2001).

O estágio teste das soluções propostas desdobra-se em dois passos que precisam ser seguidos para que a efetividade das ações implementadas seja garantida: (1) avaliação preliminar da ação de melhoria sob condições que simulam o mundo real; e (2) avaliação final sob condições do mundo real (GRYNA, 2001). Pande et al. (2002) também enfatizam a necessidade de que se experimentem as soluções em escala limitada antes de implementá-las, e lembram que a equipe precisa considerar as possibilidades de falha da solução, para contornarem eventuais problemas com ela.

Tratar da resistência à mudança é outro estágio dessa fase. As objeções à mudança podem vir de várias partes, da gerência, da força de trabalho, ou de grupos (GRYNA, 2001). Segundo o mesmo autor, a mudança consiste de duas partes: tecnológica; e as conseqüências sociais da mudança tecnológica. Eckes (2003) afirma que existem diferentes tipos de resistência e a equipe precisa identificá-los junto aos grupos de interesse, para que seus efeitos sejam atenuados. Esses tipos de resistência serão apresentados mais adiante.

Werkema (2002) destaca que uma análise sobre as pessoas que serão afetadas pela solução precisa ser feita, pois elas poderão ter um papel importante para que os resultados sejam implementados e consolidados.

O último estágio dessa fase refere-se à implementação das soluções. Gryna (2001) destaca que a implementação da melhoria pode incluir revisões nos procedimentos

operacionais; mudanças de responsabilidades; equipamentos e materiais adicionais; e extensivo treinamento. Um cronograma com tarefas e datas pode ajudar nesse estágio.

Pande et al. (2002) destacam que a falta de criatividade, a falha em examinar as soluções do início ao fim, a implementação aleatória e a resistência organizacional são fatores que podem prejudicar os resultados de um projeto seis sigma.

Werkema (2002) evidencia que, após a implementação da solução, a equipe precisa avaliar se o impacto dela foi adequado (ou não), e também se produziu efeitos indesejáveis. Caso isso aconteça, a equipe precisará retornar à fase *Measure*.

A fase *Control* tem por objetivos determinar como manter as melhorias e usar métodos que garantam que as variáveis-chave permaneçam dentro dos limites de variação aceitáveis para o processo modificado (EVANS e LINDSAY, 2002).

Segundo Rotondaro (2002), um sistema de medição e controle precisa ser estabelecido para medir continuamente o processo, pois também pode servir para orientar futuras melhorias. Essa fase pode ser dividida nos seguintes estágios: desenvolver formas de controle; e implementar e monitorar os controles do processo.

O primeiro estágio dessa fase é o de desenvolver formas de controle. Ramos (2002a) ressalta que um sistema fechado tende da ordem para a desordem e para uma condição de mínima energia. Isso quer dizer que se não existir um controle adequado sobre o processo, ele poderá voltar às condições iniciais antes da melhoria ou, até mesmo, em condições piores.

De acordo com Eckes (2001), o controle pode ser discutido em dois níveis: tático (ou de projeto) e estratégico. O tipo de controle tático dependerá da extensão da padronização do processo e do nível de processamento. Os gráficos de controle são exemplos de meios que podem ser utilizados para alertar quando o processo estiver fora de controle estatístico. Tal abordagem serve tanto para prevenir a ocorrência de defeitos como também para melhorar a capacidade do processo à medida que a equipe ganha um melhor entendimento sobre ele. A segunda forma de controle é a estratégica, que pode ser entendida como parte da gestão do processo de negócio. Esta trata das responsabilidades periódicas da alta administração de proporcionar educação continuada, *benchmarking* do desempenho de outras empresas, seleção dos projetos seis sigma, e criação e manutenção de sistemas e estruturas na empresa que ofereçam apoio ao programa Seis Sigma como uma filosofia de gestão de negócios.

Werkema (2002) sugere que também é possível incorporar ao processo mecanismos que garantam a adequada realização da atividade, evitando prováveis erros. Esses mecanismos são conhecidos como dispositivos à prova de erros (*poka-yoke*).

Para finalizar esse estágio, Pande et al. (2002) recomendam criar uma documentação adequada para servir de suporte ao novo processo.

No último estágio, implementar e monitorar os controles do processo, as formas de controle são incorporadas ao processo para que as ações necessárias possam ser tomadas em função dos resultados desse controle (GRYNA, 2001).

Para que isso possa acontecer com efetividade, os envolvidos precisam entender que estarão gerindo processos. Nesse sentido, o método DMAIC possui elementos-chave da gestão de processos (identificar os processos centrais e clientes-chave; definir as exigências dos clientes; e medir o desempenho atual). Com isso, para que os ganhos sejam consolidados, responsabilidade e autoridade precisam ser delegadas aos donos dos processos. A utilização de *process scorecards* (indicadores-chave do desempenho do processo) pode ser efetuada para controlar e melhorar os processos (PANDE et al., 2002). Enfim, Linderman et al. (2003) destacam que os dados e o objetivo da medição de desempenho são críticos em cada etapa do DMAIC.

Conforme foi mostrado, o programa Seis Sigma apresenta características em termos de infra-estrutura, uso das técnicas e métodos associados a cada fase do método DMAIC. Essas características com a forte orientação ao cliente, por meio das CTQs, diferenciam-no dos programas de melhoria anteriores.

2.6.5 Técnicas utilizadas

Breyfogle III (1999), Werkema (2002) e Michalski (2003) sugerem a alocação de métodos estatísticos e técnicas da qualidade mais adequadas a cada etapa do DMAIC. Linderman et al. (2003) destacam que essa cuidadosa integração é única no Seis Sigma, e Hammer (2002) enfatiza que muitas dessas técnicas vêm da TQM e outras são mais recentes e mais sofisticadas. Uma possibilidade de integração já foi apresentada no Quadro 2.3

Apesar de o conteúdo do treinamento Seis Sigma englobar vários métodos e técnicas, existem alguns problemas relacionados ao uso deles. Evans e Lindsay (2002) destacam que as organizações raramente utilizam os métodos e técnicas estatísticas e da qualidade mais avançados, falhando em reconhecer os benefícios que eles podem trazer. Além disso, Hoerl (2001) evidenciam que os *Black Belts* acreditam que eles conhecem todos os

aspectos dos métodos e técnicas quando, na verdade, eles têm apenas conhecimento superficial sobre o assunto.

Para Bayle et al. (2001), os métodos e técnicas do Seis Sigma precisam ser avaliados e adaptados ao tipo de processo e produto da organização, pois tais fatores influenciam a escolha dos métodos e técnicas mais adequados.

Numa perspectiva de desenvolvimento, Antony (2004) destaca que o programa Seis Sigma continuará a englobar novas técnicas à medida que elas proporcionem vantagens em termos de velocidade e acessibilidade aos *Black Belts* e *Green Belts*.

Enfim, as atividades de melhoria não podem ficar confinadas apenas ao método DMAIC. Conceitos envolvidos em abordagens como a da Produção Enxuta, Reengenharia dos Processos e outras precisam ser incorporados para que a organização possa alcançar melhores resultados (SANDERS e HILD, 2000).

2.7 Implementação

A partir da revisão bibliográfica efetuada, pode-se perceber que a implementação do programa Seis Sigma precisa considerar três assuntos principais: razões para implementação do Seis Sigma, abordagens para implementação e fatores críticos na implementação. A seguir esses assuntos são apresentados.

2.7.1 Razões para implementação do Seis Sigma

Os motivos que conduzem uma organização a implementar o Seis Sigma podem variar muito. Essa variação é causada por diversos fatores como, por exemplo, o cenário em que a organização se encontra (PANDE et al., 2002). Esses cenários, por sua vez, podem conduzir a três amplos objetivos de implementação do Seis Sigma – Quadro 2.5.

A escolha dos objetivos apresentados no Quadro 2.5 são definidos pela alta administração em função do cenário em que a organização se encontra. Além disso, observa-se que cada um dos objetivos do Seis Sigma está relacionado a horizontes temporais diferentes. O foco na solução de problemas limita o programa a resultados no curto prazo. O foco na melhoria estratégica evolui para resultados de médio e longo prazo. Por último, as organizações que buscam no Seis Sigma a transformação do negócio vislumbram resultados de longo prazo.

QUADRO 2.5 – Três níveis de objetivos Seis Sigma

Objetivo	Descrição
Transformação do negócio	Uma mudança importante em como a organização funciona, ou seja, envolve “mudança de cultura”. Exemplos: criar uma atitude focalizada no cliente; desenvolver maior flexibilidade; e abandonar a antiga estrutura ou forma de fazer negócios.
Melhoria estratégica	Objetiva atacar fraquezas ou oportunidades estratégicas fundamentais. Exemplos: acelerar o desenvolvimento de produtos; intensificar eficiências da cadeia de suprimento; e desenvolver capacidades de <i>e-commerce</i> .
Solução de problemas	Determina áreas específicas de altos custos, retrabalho ou atrasos. Exemplos: diminuir o tempo de processamento de aplicações; reduzir a falta de peças; e diminuir o montante de contas a receber vencidas.

Fonte: Pande et al. (2002, p.98)

Dentre as várias razões de se implementar o Seis Sigma, Harry e Schroeder (2000) apresentam alguns exemplos que podem ser percebidos mais facilmente, em termos de linguagem, pela alta administração:

- na General Electric (GE), o Seis Sigma foi aclamado por ter trazido benefícios da ordem de US\$300 milhões entre 1997 e 1998;
- na Allied Signal (atual Honeywell), além de receber o crédito por tirar a organização da possível falência, trouxe benefícios da ordem de US\$2 bilhões entre 1994 e 2000;
- na Polaroid, o Seis Sigma ajudou a empresa a melhorar sua lucratividade em 6% ao ano, por meio de projetos que buscam a melhoria dos processos e a margem de contribuição; e
- na Asea Brown Boveri (ABB), as reduções de custos anuais com a utilização do programa foram de cerca de US\$775 mil numa única planta.

Independente do motivo que conduza uma organização a implementar o programa Seis Sigma, algo que precisa estar claro é o fato de que as organizações precisam medir o que elas consideram importante, pois a base do Seis Sigma é o uso da medição de desempenho para calcular o sucesso de tudo que uma organização faz. Sem medir os

processos é impossível saber onde a organização está e para onde ela vai (HARRY e SCHROEDER, 2000).

Em uma pesquisa *survey* realizada no Brasil, Pinto et al. (2006) corroboraram a seguinte hipótese: “as empresas que mais investiram em qualidade, pela adoção de programas, obtiveram sucesso nos indicadores de desempenho da qualidade e, também, no retorno sobre o investimento realizado (ROI)”. Com isso, os possíveis ganhos advindos de programas de qualidade, como o Seis Sigma, sobre os indicadores de desempenho financeiros e não-financeiros podem ser considerados um importante motivo para as empresas investirem na implementação do Seis Sigma.

Além das razões para implementação do Seis Sigma, convém destacar, segundo Antony et al. (2005), que existem algumas razões pelas quais o Seis Sigma não é implementado. A pesquisa trata de uma *survey* realizada com pequenas e médias empresas da Inglaterra. As razões mais citadas para não implementar o Seis Sigma foram as seguintes: não conhecem o Seis Sigma (35%); os recursos são insuficientes para implementá-lo (26%); o sistema da qualidade delas já é o suficiente (20%); os clientes não exigem (11%); e não acreditam nos benefícios (8%).

2.7.2 Abordagens para implementação

Alguns autores têm apresentado algumas formas de implementação do Seis Sigma. A seguir vêm-se algumas.

Segundo Rowlands (2003), a implementação do programa Seis Sigma envolve os seguintes passos:

- esclarecer a missão, a visão e identificar os objetivos;
- identificar as questões-chave do negócio e as necessidades dos clientes;
- identificar os projetos críticos e determinar as necessidades de treinamento;
- implementar o plano: fornecer treinamento Seis Sigma para os *Champions, Black Belts, Green Belts*, colocar em prática o treinamento, determinar as prioridades de melhoria, aplicar o método DMAIC aos processos;
- avaliar os ganhos: melhorias alcançadas no negócio; e
- desenvolver planos de controle, comunicar o sucesso e selecionar novos projetos.

Werkema (2002) apresenta uma visão geral das etapas iniciais para a implementação do Seis Sigma – Quadro 2.6.

QUADRO 2.6 – Etapas iniciais para implementação do Seis Sigma

Atividade	Objetivo	Quem executa
Lançamento do programa Seis Sigma	Comunicar à organização a decisão de se adotar o programa, informando objetivos, forma de implementação, expectativas de participação e definição de papéis	<i>Sponsor</i> do Seis Sigma, <i>Sponsor</i> facilitador, e Coordenador do programa (com suporte de consultoria)
Entrevistas com gestores	Identificar os projetos potenciais e possíveis candidatos a <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i>	Consultorias, Gestores e Coordenador
Reunião com o <i>Sponsor</i> do Seis Sigma	Consolidar a estrutura de implementação do Seis Sigma na empresa e os resultados das entrevistas com os gestores Definir o grau de importância das metas estratégicas da empresa Definir o público-alvo do seminário para a alta administração	Consultoria, <i>Sponsor</i> do Seis Sigma, <i>Sponsor</i> facilitador, e Coordenador
Seminário para alta administração	Definir projetos, <i>Champions</i> e possíveis candidatos a <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i>	Consultoria e participantes do seminário
<i>Workshop</i> para formação de <i>Champions</i>	Treinar os <i>Champions</i> nos conceitos básicos do programa Seis Sigma, etapas de implementação, como definir projetos e candidatos a <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i> Decisões resultantes do seminário para alta administração	Consultoria e participantes de <i>workshop</i>
Elaboração do <i>Business Case</i> de cada projeto	Apresentar, para cada projeto, uma descrição do problema ou oportunidade, da meta a ser alcançada e dos ganhos resultantes	<i>Champions</i> (com suporte de consultoria e coordenador)
Reunião com o <i>Sponsor</i> do Seis Sigma	Apresentar e consolidar a estrutura para o desenvolvimento dos primeiros projetos seis sigma na empresa	Consultoria, <i>Sponsor</i> do Seis Sigma, <i>Sponsor</i> facilitador e Coordenador
Formação dos <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i>	Alcançar as metas dos projetos	Todas as partes envolvidas no programa Seis Sigma (empresa e consultoria)

Fonte: Werkema (2002, p.36)

A implementação do Seis Sigma requer um planejamento cuidadoso, alocação de recursos e fundos para manter funcionários treinados com dedicação integral ao Seis Sigma. Outros custos que podem surgir estão relacionados aos consultores e aos treinamentos para as primeiras pessoas selecionadas para aprender o Seis Sigma, e também ao estabelecimento de um sistema administrativo de suporte e recompensa. Variáveis como essa podem conduzir o programa ao sucesso ou ao fracasso. A estratégia de implementação da General Electric é baseada na liderança dos executivos da companhia, experimentando e aceitando programas de treinamento, e uma mudança na cultura corporativa que liga o sistema de recompensas à medição do desempenho (MICHALSKI, 2003). Algumas outras considerações são apresentadas a seguir:

- criar um comitê para desenvolver um plano de implementação;

- desenvolver objetivos mensuráveis (baseados na análise das lacunas tais como *benchmarking*);
- desenvolver medidas de desempenho para monitorar os resultados dos projetos seis sigma;
- treinar a alta administração, estabelecer um comitê para conduzir o programa;
- comunicar o programa Seis Sigma para todos os funcionários;
- treinar *Champions, Green Belts e Black Belts*;
- definir os requisitos dos clientes e processos;
- desempenhar *benchmarking*, identificar os melhores fornecedores;
- identificar e selecionar projetos seis sigma; e
- estabelecer equipes Seis Sigma para trabalhar com DFSS.

Harry e Schroeder (2000) apresentam os seguintes passos para uma organização que deseja implementar e desdobrar o Seis Sigma:

- gerar interesse sobre o Seis Sigma na liderança executiva;
- conduzir treinamentos voltados aos executivos;
- decidir a implementação do Seis Sigma;
- conduzir treinamento *Champion*;
- selecionar a primeira unidade do negócio a implementar o Seis Sigma;
- identificar os candidatos a treinamento *Black Belt*;
- conduzir o treinamento *Black Belt*;
- conduzir padrões para o processo de revisão do Seis Sigma;
- fazer uma segunda avaliação da implementação;
- tomar a decisão de expandir a iniciativa;
- revisar o cronograma de desdobramento dos Seis Sigma; e
- integrar as lições aprendidas com a estratégia.

Apesar de existirem diferenças entre as abordagens de implementação apresentadas, percebe-se que a medição de desempenho, de forma direta ou indireta, exerce papel fundamental nesse processo, seja na definição dos projetos a serem conduzidos, seja na avaliação dos ganhos, seja na coleta de dados, seja na comunicação dos resultados. No entanto, nenhuma das abordagens analisadas trata de forma clara como a medição de desempenho poderia ser estruturada para suportar tais usos.

2.7.3 Fatores críticos na implementação

Em uma análise da literatura pesquisada, Coronado e Antony (2002a) e Coronado e Antony (2002b) observaram fatores que podem ser considerados como críticos para o sucesso da adequada implementação do programa Seis Sigma. Esses fatores são: envolvimento e comprometimento da alta administração; mudança cultural; comunicação; infra-estrutura organizacional; treinamento; habilidades no gerenciamento de projetos; seleção e priorização dos projetos; entendimento das técnicas dentro do Seis Sigma; ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio; ligação do Seis Sigma com os clientes; ligação do Seis Sigma com os funcionários; e ligação do Seis Sigma com os fornecedores.

O fator Envolvimento e Comprometimento da Alta Administração está relacionado ao fato de que as pessoas nos níveis hierárquicos mais elevados da organização precisam direcionar o Seis Sigma. Para isso, é necessário que exista comprometimento e envolvimento. O comprometimento está voltado para a provisão dos recursos necessários (pessoas, treinamento etc.). O envolvimento refere-se à participação no acompanhamento dos projetos seis sigma e também no desenvolvimento voltado para a gestão dos processos. Pinto et al. (2006) verificaram, em uma pesquisa *survey* com empresas brasileiras, que o frágil apoio da direção da empresa é uma das principais causas de insucesso do Seis Sigma.

A Mudança Cultural é um fator envolvido com o ajuste nos valores, cultura, estrutura e infra-estrutura da organização durante a implementação do Seis Sigma. A mudança causa o medo do desconhecido nas pessoas que não entendem sua necessidade. O Seis Sigma necessita de um ambiente aberto e seguro, em que os defeitos precisam ser vistos como oportunidades de melhoria, e não puramente como descuido dos funcionários. A mudança pode ir contra o que os membros da organização acreditam ser o correto. Segundo Eckes (2003), esse comportamento resulta em quatro tipos de resistência: (1) técnica: as pessoas sentem medo de não entenderem novos conceitos. Para lidar com isso, informação, educação e envolvimento são necessários; (2) política: está relacionada ao sentimento de perda (real ou imaginária) advinda de uma nova solução. É necessário tornar claro que os benefícios da solução serão superiores a qualquer possível perda; (3) individual: é resultado do elevado *stress* individual, que causa paralisia emocional. É necessário reduzir a sobrecarga de trabalho; e (4) organizacional: algumas melhorias podem esbarrar em áreas controladas por pessoas, que por não terem participado da melhoria, criam resistência. Isso pode ser vencido com a comunicação dos benefícios da mudança, creditando parte deles a essas pessoas.

Algumas empresas gerenciam a mudança aumentando e sustentando a comunicação, a motivação e o treinamento. Além disso, o Seis Sigma promove uma estrutura que permite disseminar o pensamento estatístico (HOERL e SNEE, 2001). O pensamento estatístico pode ser usado para criar uma cultura que pode ser profundamente embutida em cada funcionário dentro das organizações que embarcam no programa Seis Sigma. Ao lado disso, a medição de desempenho precisa ser considerada como parte da mudança cultural (ANTONY, 2004).

Existem três momentos de Comunicação no programa Seis Sigma. O primeiro ajuda a reduzir a resistência à mudança, pois tem por objetivo comunicar a iniciativa por toda a organização, expondo como o programa se integrará ao trabalho das pessoas e quais serão seus benefícios. No segundo, ela ajuda a disseminar os objetivos estratégicos, os requisitos dos clientes e o trabalho em equipe, que precisam ser características importantes do programa. Finalmente, o terceiro trata da disseminação dos resultados dos projetos seis sigma para que ocorra aprendizado entre os praticantes.

O fator Infra-Estrutura Organizacional considera que as organizações que desejam implementar o Seis Sigma precisam possuir algumas características organizacionais já desenvolvidas, tais como habilidades de comunicação, visão de longo prazo e trabalho em equipe. Em uma *survey* realizada com empresas brasileiras por Pinto et al. (2006), foi constatado que a adoção do Seis Sigma está associada à implantação anterior de outros programas de qualidade (a TQM e a norma ISO 14000), ou seja, o Seis Sigma parece requerer certa maturidade em termos de práticas de gestão da qualidade das empresas. As organizações também precisam estar cientes de que, para elevar o desempenho de um processo até níveis sigma menores, cerca de 4,5 sigma, os esforços e os investimentos não são elevados. No entanto, para que se atinjam níveis sigma superiores a esse, pode ser necessária a utilização do DFSS. Além disso, os recursos exigidos também aumentam. A existência de equipes multifuncionais é outro aspecto de elevada importância à medida que elas promovem o senso de propriedade, a comunicação e a visão sistêmica. Outros investimentos importantes a serem considerados são: folha de pagamento direta e indireta, treinamento, consultorias e custos de implementação das melhorias. Ao lado disso, Pinto et al. (2006) confirmaram, em empresas brasileiras, que a escassez de recursos financeiros está entre as principais causas de insucesso de programas como o Seis Sigma.

O Treinamento é um fator crítico para o sucesso da implementação do programa. Torna-se crítico comunicar “por que” e “como” os projetos seis sigma precisam ser conduzidos. O sistema *Belt* precisa envolver todos na organização, desde a alta administração

até os operários. Além disso, a organização precisa estar atenta para o desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades para sustentar o Seis Sigma.

O Seis Sigma é uma iniciativa de melhoria direcionada por projetos, por isso é importante que os executores tenham Habilidades no Gerenciamento de Projetos, de modo que possam lidar de forma adequada com fatores como escopo, foco, tempo, recursos e pessoas.

Como os recursos e o tempo despendidos no desenvolvimento de um projeto seis sigma são escassos, a Seleção e Priorização dos Projetos Seis Sigma precisa considerar o impacto do projeto para o negócio em termos da relação custo-benefício com foco estratégico.

Outro fator é o Entendimento das Técnicas Dentro do Seis Sigma. Os treinamentos envolvidos no programa envolvem três categorias de métodos e técnicas: os voltados para o processo de melhoria, que inclui os métodos estatísticos e as técnicas da qualidade; os voltados à liderança; e os voltados ao trabalho em equipe. O método DMAIC é utilizado para direcionar os métodos e técnicas mais adequadas para cada situação. Além disso, o programa utiliza um conjunto de medidas de desempenho que são usadas para medir o desempenho do processo em comparação com os requisitos do cliente. Dados precisos são necessários para analisar as causas potenciais e dar suporte à equipe na tomada de decisões.

Os projetos seis sigma precisam estar direcionados à melhoria dos produtos e processos, de forma a proporcionarem benefícios operacionais e financeiros. Além disso, a ligação com os objetivos estratégicos precisa ser clara. Por isso, o fator Ligação do Seis Sigma com a Estratégia do Negócio torna-se importante.

Os projetos seis sigma precisam ser elaborados de forma a reduzir a lacuna entre a expectativa dos clientes e o desempenho atual da empresa, ou seja, o fator Ligação do Seis Sigma com os Clientes é fundamental. Essa ligação pode ser dividida em dois passos: (1) identificação dos processos-chave do negócio, definindo as saídas-chave desses processos e seus clientes; e (2) identificação e definição dos requisitos dos clientes. Precisa-se também focar no que o consumidor quer ou precisa. Isto é, os defeitos ou falhas que mais preocupam o consumidor sobre o que é crítico. Nesse sentido, a definição das CTQs na fase *Define* torna-se fundamental para atingir essa ligação.

As pessoas são as responsáveis pelo Seis Sigma apresentar resultados. Por isso, é necessário que elas o compreendam bem para que possam utilizá-lo de forma adequada. Nesse sentido, o fator Ligação do Seis Sigma com os Funcionários precisa ser considerado. Uma maneira de incentivar isso é ligando os resultados dos projetos a planos de recompensas. O fator Ligação do Seis Sigma com os Fornecedores procura fazer com que os benefícios do

Seis Sigma possam ser estendidos para os fornecedores, e isso pode trazer bons resultados para a empresa, pois o comportamento ganha-ganha é incentivado.

Em uma *survey* conduzida em empresas da Inglaterra da área de serviços, Antony (2004) destacou que os fatores ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio, ligação do Seis Sigma com os clientes, habilidades no gerenciamento de projetos, envolvimento e comprometimento da alta administração, infra-estrutura organizacional e seleção e priorização dos projetos são os mais críticos para o sucesso da implementação do Seis Sigma. Nota-se que a medição de desempenho não aparece entre eles. Além dessa pesquisa, Antony et al. (2005) realizaram uma outra *survey* com pequenas e médias empresas da Inglaterra e encontraram o envolvimento e comprometimento da alta administração, a ligação do Seis Sigma com os clientes e a ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio como sendo os mais críticos para o sucesso da implementação do Seis Sigma. Além disso, eles encontraram, na ordem de citação, a falta de recursos (financeiros, humanos, tempo etc.), a falta de liderança, a falta de treinamento e de instrutores, a resistência interna, a seleção pobre de projetos e a falta de entendimento do programa Seis Sigma como principais barreiras à implementação do Seis Sigma.

Em 1999, a Bombardier efetuou uma avaliação dos esforços do Seis Sigma e concluiu que, apesar dos sucessos alcançados, existiam as seguintes limitações:

- muitos projetos seis sigma tinham um foco bem estreito, ou seja, eram restritos a uma função e focavam apenas o nível operacional. Quando os gerentes tentavam atacar projetos mais abrangentes, os resultados eram insatisfatórios e o escopo tinha que ser reduzido;
- o Seis Sigma não estava bem alinhado com a estratégia da organização. Embora cada projeto individual fosse útil, os projetos agregados não contribuíam para os objetivos mais amplos da organização; e
- os esforços do Seis Sigma estavam limitados porque eles não consideravam a estrutura funcional das organizações (HAMMER, 2002).

A implementação do Seis Sigma precisa considerar se a organização está voltada para a área de manufatura ou de serviços. Na área de manufatura, é comum já existirem algumas medidas de desempenho, que provêm um indicativo da qualidade do produto ou processo; enquanto que, na área de serviços, a medição de desempenho costuma ser negligenciada, e, com isso, a melhoria da qualidade não é adequadamente direcionada. Outro aspecto é que, na área de manufatura, os processos costumam já estar mapeados, até

certo ponto; e, na de serviços, os mapas dos processos são incomuns. Os dados dos processos de manufatura costumam seguir a distribuição normal, porém os processos que envolvem serviços não a seguem e, em função disso, a análise dos dados torna-se mais difícil. Os processos de serviços estão mais sujeitos a fatores não-controláveis (ruídos) que envolvem o comportamento humano (ANTONY, 2004).

Antony (2004) apresenta algumas barreiras e limitações do programa Seis Sigma:

- o desafio de ter dados disponíveis, pois nesse caso a coleta pode tomar muito tempo do projeto;
- a frustração causada pelo fato de apenas parte de uma solução ser implementada, devido ao elevado custo que a solução completa traria;
- a seleção e priorização dos projetos seis sigma costuma ser baseada em suposições;
- considerar que a meta de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades é válida para todos os processos;
- o cálculo da taxa de defeitos costuma ser baseado na suposição de normalidade dos processos, o que nem sempre ocorre;
- devido à dinâmica dos mercados, as CTQs podem perder sua significância num período muito curto de tempo;
- poucas pesquisas têm sido feitas em casos em que um projeto busca otimizar múltiplas CTQs;
- considerar um deslocamento de 1,5 desvios-padrão para todos os processos não é adequado;
- inexistência de um procedimento padronizado no processo de certificação dos *Black Belts* e *Green Belts*, fazendo com que eles não sejam nivelados de forma adequada;
- o custo inicial de institucionalizar o Seis Sigma dentro da cultura corporativa pode requerer um elevado investimento;
- o Seis Sigma pode se tornar um exercício burocrático se o foco estiver sobre medidas como número de *Black Belts* e *Green Belts* treinados, número de projetos completados etc. em vez de buscar resultados financeiros;

- muitas consultorias estão vendendo o Seis Sigma como se fossem especialistas quando, na verdade, entendem apenas das técnicas e do roteiro;
- o relacionamento do custo da qualidade pobre (COPQ) e o nível sigma do processo requer maiores justificativas; e
- os pesquisadores não têm direcionado de forma adequada a ligação entre o Seis Sigma e a cultura organizacional e de aprendizagem.

No mesmo sentido, Michalski (2003) lista algumas preocupações que as empresas têm apresentado com o Seis Sigma:

- os custos de implementação com o Seis Sigma são muito elevados para as empresas que têm menos de 500 funcionários;
- o Seis Sigma não é para organizações que apresentam orçamento apertado ou têm dificuldade de prover os recursos necessários;
- o Seis Sigma não é para gerentes que buscam resultados dramáticos em poucas semanas;
- Seis Sigma é parecido com qualquer outro programa de qualidade já experimentado antes;
- a percepção de “*Sick*” Sigma causada pela resistência à mudança pelas pessoas;
- muito esforço é requerido para convencer as fontes de resistência;
- Seis Sigma é voltado apenas para manufatura;
- Seis Sigma é simplesmente um novo pacote de velhos métodos e técnicas;
- Seis Sigma é primariamente uma técnica de avaliação e não de prevenção da qualidade pobre; e
- os dados coletados dentro ou fora da organização podem não ser confiáveis nem válidos.

2.8 Seis Sigma e outras abordagens de melhoria

A Gestão pela Qualidade Total (ou, em inglês, *Total Quality Management - TQM*) pode ser considerada uma das primeiras iniciativas da qualidade a ser amplamente difundida. No entanto, uma das principais críticas em relação à sua aplicação estava no fato de

que a forma de priorização dos projetos de melhoria não era clara. Com isso, os projetos eram comumente conduzidos sem considerar o impacto, em termos da relação custo-benefício, para as organizações. Tal desconsideração com a linguagem da alta administração, que é o dinheiro, é apontada como uma das razões da origem do programa Seis Sigma (BHUIYAN e BAGHEL, 2005).

Segundo Eckes (2001), o que diferencia o programa Seis Sigma de tantos outros programas de melhoria da qualidade é a ênfase na tomada de decisões baseadas em fatos e dados e não apenas nas experiências individuais. Nesse sentido, Eckes (2001) aconselha que as empresas devam fazer investimentos na medição de desempenho para que elas não cometam erros como: deixar de medir, medir coisas de mais ou não usar o que foi medido.

Kwak e Anbari (2006) destacam que o Seis Sigma se diferencia de outras abordagens de melhoria da qualidade por possuir claramente uma estrutura que promove a medição e divulgação dos resultados financeiros, usa técnicas de análise e métodos mais avançados, foca os requisitos dos clientes e usa técnicas de gerenciamento de projetos.

Antony (2004) destaca dez aspectos presentes no programa Seis Sigma que não foram acentuados em abordagens de melhoria da qualidade anteriores:

- claro foco estratégico em alcançar resultados financeiros que possam ser mensurados pelos projetos de melhoria;
- forte destaque sobre a importância do papel da liderança em dar o suporte adequado ao desdobramento do programa;
- integração de elementos humanos (mudança cultural, foco no cliente, sistema *Belt* etc.) com elementos de processo de melhoria (gestão por processos, análise estatística dos dados etc.);
- utilização do método DMAIC como direcionador na utilização das técnicas e métodos estatísticos e da qualidade durante o desenvolvimento dos projetos de melhoria;
- criação de uma infra-estrutura formada por *Champions*, *Master Black Belts*, *Black Belts* e *Green Belts* para conduzir, desdobrar e implementar o programa;
- ênfase em decisões baseadas em fatos e dados preferivelmente ao uso do bom senso e especulações; e

- utilização do conceito do pensamento estatístico e da aplicação de técnicas e métodos estatísticos (como por exemplo, o controle estatístico do processo e o projeto de experimentos) para a redução da variabilidade dos processos.

Apesar de o programa Seis Sigma possuir diversas características que o distinguem de abordagens anteriores, ele ainda vem sendo aperfeiçoado por meio de sua integração com outras abordagens de melhoria. Além disso, as empresas freqüentemente implementam mais do que uma iniciativa de melhoria contínua, sendo que cada iniciativa é usualmente conduzida por uma equipe de projeto diferente, e essas equipes raramente trocam informações entre si. Além disso, elas competem entre si pelos recursos organizacionais e apoio da alta administração (EHIE e SHEU, 2005).

O Seis Sigma, que foi originalmente implementado na Motorola na década de 80, não é o mesmo que foi implementado pelas empresas nos dias atuais. Ele vem sofrendo modificações para se adaptar às empresas (GOEKE e OFFODILE, 2005). Uma dessas modificações é a integração dele com outras abordagens.

Uma integração pode ocorrer entre o Seis Sigma e a Teoria das Restrições (ou, em inglês, *Theory of Constraints* – TOC). Nesse tipo de integração, o Seis Sigma fornece vários métodos estatísticos e técnicas da qualidade para serem aplicados a processos específicos que precisam ser melhorados, analisando as principais causas do desvio do resultado do processo e propondo ações para que a melhoria aconteça. Por outro lado, a TOC pode auxiliá-lo, apontando a direção da melhoria considerando as restrições do sistema, ou seja, os gargalos onde as melhorias precisam ser efetuadas (EHIE e SHEU, 2005).

O Seis Sigma também precisa ser integrado com o sistema de gestão da qualidade existente numa organização, pois essa combinação pode resultar em benefícios mútuos tanto em termos de informações como em termos de documentação e resultados. Algumas vantagens dessa integração são apresentadas a seguir:

- um procedimento efetivo para identificar as áreas mais importantes de melhoria;
- maior garantia da conformidade entre os objetivos dos projetos e os processos organizacionais;
- escolha dos membros das equipes mais bem alinhados com as necessidades do projeto;

- criação de procedimentos padrões e medidas de desempenho para os processos organizacionais; e
- aumento na disponibilidade da experiência alcançada nos projetos por meio de uma documentação mais bem estruturada (PFEIFER et al., 2004).

Arnheiter e Maleyeff (2005) destacam que, quando programas como o Seis Sigma e a Produção Enxuta (ou, em inglês, *Lean Production*) são integrados, as limitações individuais de cada um podem ser superadas. Uma organização que deseja unir esses dois programas pode incluir os seguintes três princípios da Produção Enxuta: (1) incorporar uma filosofia central que procure maximizar a agregação de valor nas operações; (2) avaliar constantemente todos os programas de incentivo de forma a garantir que eles resultem na otimização global ao invés da local; e (3) incorporar um processo gerencial de tomada de decisão que baseia cada decisão no seu relativo impacto no cliente. E também os três princípios do Seis Sigma: (1) enfatizar as análises direcionadas por dados em todas as tomadas de decisão; (2) promover esforços para minimizar a variação das características para qualidade (CTQs); e (3) desenvolver e implementar um regime que envolva toda empresa num sistema de treinamento e educação bem estruturado (ARNHEITER e MALEYEFF, 2005). De uma forma resumida, Bhuiyan e Baghel (2005) argumentam que, enquanto a Produção Enxuta procura eliminar os desperdícios, o programa Seis Sigma procura reduzir a variação dos resultados de um processo. Maiores detalhes sobre a integração Seis Sigma e Produção Enxuta podem ser obtidos na dissertação de Straatmann (2006).

Embora as várias iniciativas de melhoria possam melhorar o desempenho dos resultados operacionais, elas precisam ser posicionadas sob a gestão de processos para que exista integração entre elas. Quando os esforços de melhoria não estão conectados, eles dissipam recursos e criam confusão entre as pessoas. Além disso, eles geram competição entre os especialistas, com cada um defendendo o seu programa como maior merecedor dos recursos (HAMMER, 2002).

O Seis Sigma precisa ser visto como uma técnica de gestão por processos. Nesse sentido, uma empresa, antes de começar o Seis Sigma, precisa criar um SIPOC dos seus processos, pois isso provê uma estrutura analítica para identificar a origem do problema. A identificação da origem do problema facilita a busca por uma solução. O Seis Sigma não é um sistema para operar e gerenciar o negócio. Ele não transforma a empresa em um empreendimento voltado para a gestão por processos nem molda a estrutura dela nesse sentido. Para superar as limitações do Seis Sigma, é necessário que a empresa esteja alinhada

com a gestão por processos. Nesse sentido, os donos dos processos são responsáveis por garantir um maior desempenho dos processos do negócio. Quando um problema aparece, o dono do processo decide se, quando e como ele atuará para solucioná-lo. Se a solução aponta para a necessidade de um projeto seis sigma, então o dono do processo organiza uma equipe para atuar nele. Caso contrário, outras abordagens podem ser utilizadas, como a reengenharia, por exemplo. Em ambos os casos, o dono do processo precisa garantir que a melhoria esteja alinhada com os objetivos estratégicos do negócio (HAMMER, 2002).

Nesse sentido, é interessante que as organizações busquem integrar as várias iniciativas para que os esforços sejam mais bem direcionados e o sistema de gestão seja otimizado. A investigação da integração de outras abordagens com o Seis Sigma torna-se relevante à proporção que a medição de desempenho influencia e é influenciada por tais mudanças do sistema de gestão.

2.9 Considerações finais sobre o Seis Sigma

A revisão bibliográfica efetuada neste capítulo permitiu descrever o Seis Sigma como ilustra a Figura 2.8. Primeiramente, tem-se o programa Seis Sigma, que é composto pelos projetos seis sigma, que, por sua vez, são conduzidos de acordo com o ciclo DMAIC pelos *Belts*.

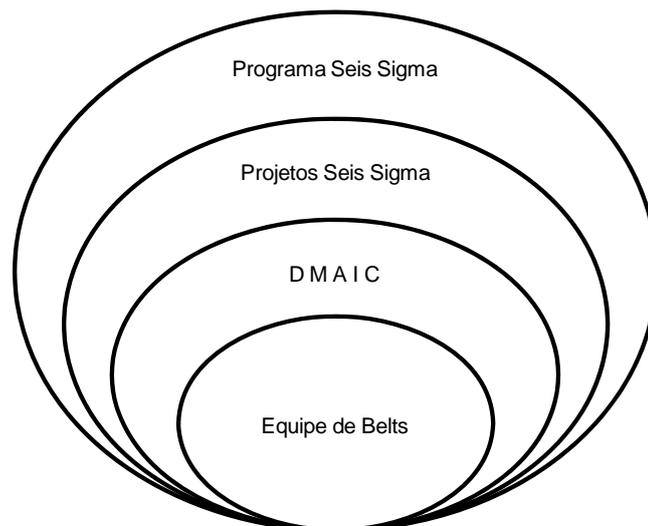


FIGURA 2.8 – Visão sistêmica do Seis Sigma

Além disso, a partir da revisão bibliográfica efetuada, foram identificados alguns elementos presentes no Seis Sigma que podem influenciar a medição de desempenho. Eles estão relacionados às necessidades de informações exigidas pelos *Belts* durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma, tais como: existência de medidas de desempenho Seis Sigma; existência de um relacionamento causal detalhado, uma vez que os projetos são para melhorar os processos; informações precisas; e um relacionamento confiável entre as medidas financeiras e não-financeiras. A Figura 2.9 ilustra esse relacionamento.

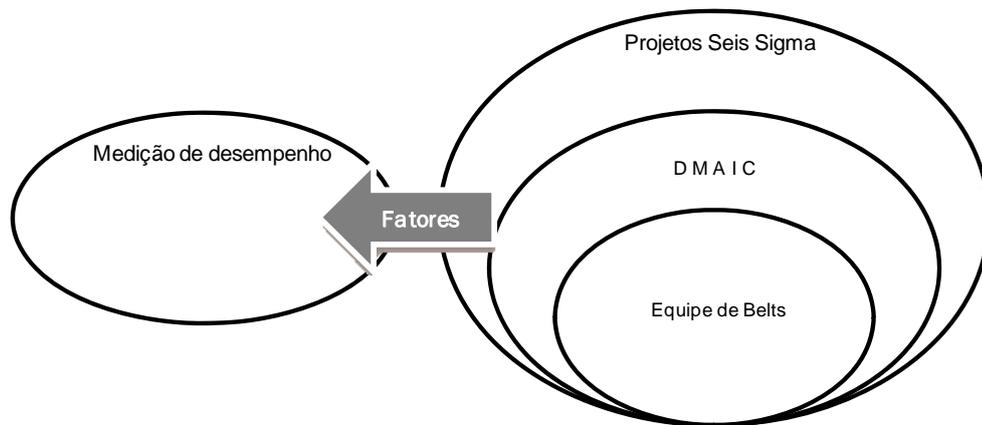


FIGURA 2.9 – Visão parcial do relacionamento entre projetos seis sigma e SMD

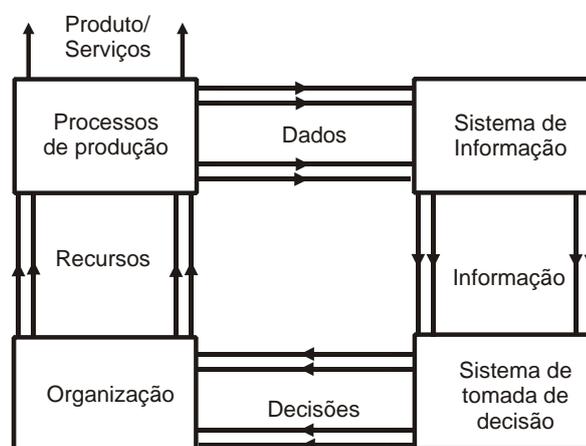
3 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

No capítulo, são apresentados os principais elementos relacionados à medição de desempenho com o objetivo de mostrar como eles podem interagir com o programa Seis Sigma.

3.1 Gestão do Desempenho

A gestão do desempenho é anterior ao desempenho e cria o contexto para as medidas de desempenho e para o próprio desempenho, dando significado ao último (LEBAS, 1995). A medição de desempenho e a gestão do desempenho apresentam processos distintos entre si, mas que suportam um ao outro, por isso eles não podem ser separados (LEBAS, 1995).

Segundo Kaydos (1991), o relacionamento entre gestão do desempenho e a medição do desempenho pode ser entendido analisando-se o processo de gestão sob a perspectiva da informação. O processo de gestão apresenta quatro etapas, conforme Figura 3.1.



Fonte: Kaydos (1991, p. 34)

FIGURA 3.1 – O processo de gestão do desempenho

De acordo com a Figura 3.1, as atividades que compõem os processos de produção geram dados, que são transformados em informações pelo sistema de informação. O sistema de tomada de decisão analisa tais informações para que recursos sejam alocados e ações sejam tomadas. A organização, que é composta por diversos processos, executa as decisões tomando ações e utilizando os recursos alocados anteriormente.

Kaydos (1991) argumenta que o desempenho de qualquer organização é resultado das decisões feitas por seus gerentes e que essas decisões são limitadas pela quantidade e qualidade das informações disponíveis. O mesmo autor apresenta quatorze razões para que as medidas de desempenho sejam consideradas úteis na melhoria do desempenho, mas destaca que o mais importante benefício dessas medidas está no entendimento do funcionamento do sistema de produção e das forças que o dirigem. Esse destaque confirma a necessidade de entendimento dos relacionamentos causais entre as medidas.

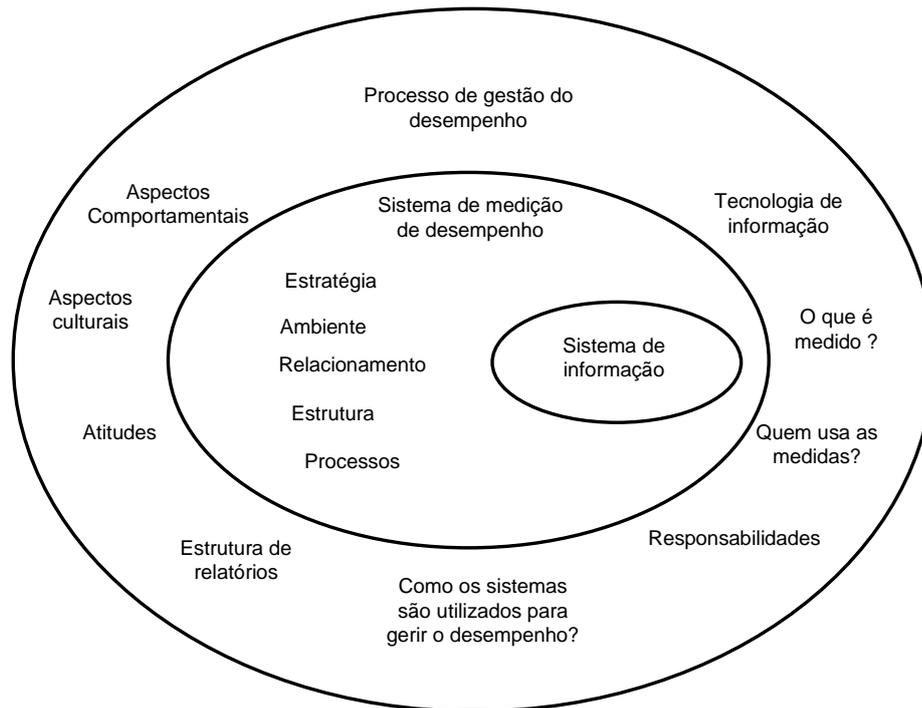
Bititci et al. (1997) evidenciam que o objetivo da gestão do desempenho é criar um ciclo fechado composto por um sistema de desdobramento da estratégia, objetivos táticos e, finalmente, o *feedback* das informações para serem utilizadas no processo de controle e decisão - Figura 3.2 .



Fonte: Bititci et al. (1997, p.524)

FIGURA 3.2 – Ciclo fechado de desdobramento e *feedback*

O processo de gestão do desempenho, ilustrado na Figura 3.3, contém o sistema de informação (sistema de medição de desempenho), que, por sua vez, é um elemento integrador das informações relevantes de outros sistemas e, com isso, possibilita o desdobramento dos objetivos estratégicos e táticos da organização para que o desempenho possa ser gerido (BITITCI et al. 1997).



Fonte: Bititci et al. (1997, p.524)

FIGURA 3.3 – O processo de gestão do desempenho e o SMD

Para Lebas (1995), um sistema de gestão do desempenho adequado deve ser construído sobre medidas que:

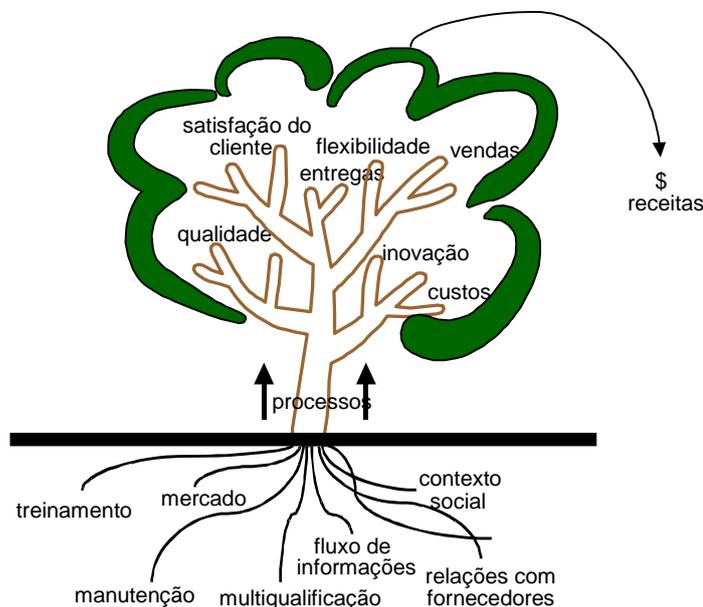
- forneçam autonomia para os indivíduos dentro da sua extensão de controle;
- reflitam relacionamentos de causa-e-efeito;
- capacitem e envolvam os indivíduos;
- criem uma base para discussão e, com isso, suportem a melhoria contínua; e
- suportem a tomada de decisão.

3.2 Desempenho

O termo desempenho varia em sua definição de acordo com a perspectiva pela qual é observado. Ele pode significar, por exemplo, algo sobre eficiência, durabilidade, ou retorno sobre investimento. Por um enfoque gerencial, de acordo com Lebas (1995), ele não está apenas sobre as realizações passadas, como nos exemplos anteriores, mas sim sobre o

potencial para as realizações futuras. Isso porque o propósito gerencial está em criar e modelar o futuro organizacional.

Em termos organizacionais, segundo Lebas (1995), três elementos compõem um objetivo de desempenho: (1) metas a serem atingidas, (2) tempo para que as metas sejam atingidas e (3) regras sobre a ordem preferencial das maneiras de se atingir as metas, ou seja, o caminho a ser seguido. Além disso, o mesmo autor destaca que é necessário entender o processo de geração de desempenho, pois ele facilita a identificação das medidas que conduzirão às ações. A Figura 3.4 descreve o modelo causal de desempenho que é intrínseco a esse processo.



Fonte: McBeth *apud* Lebas (1995, p. 28)

FIGURA 3.4 – Modelo causal de desempenho

De acordo com a Figura 3.4, o desempenho pode ser definido em qualquer um dos quatro níveis da árvore de desempenho. No topo, têm-se os resultados financeiros (frutos) provenientes das vendas (folhagens). Logo abaixo, as vendas (folhagens) são sustentadas por elementos de desempenho (galhos), tais como: satisfação dos clientes, qualidade, flexibilidade, entrega, inovação e custo. O custo é resultado do processo de criação desses elementos (tronco), e este processo tem como entrada outros elementos (húmus do solo), por exemplo: treinamento, mercado, manutenção, multiqualificação, fluxo de informação, relacionamentos com fornecedores, investimentos, contexto social etc.

Nesse sentido, Lebas (1995, p.29) define desempenho como: “o adequado desdobramento e gerenciamento dos componentes de um modelo causal que conduzem a uma

tentativa de realização dos objetivos declarados dentro de restrições específicas da empresa e da situação em questão”.

3.3 Inadequação da medição de desempenho tradicional

Os sistemas de medição de desempenho tradicionais foram desenvolvidos há mais de 100 anos sob a égide do paradigma da produção em massa, em que as organizações conseguiam reduzir os custos por meio da economia de escala, pois a demanda por produtos superava a oferta da maioria das indústrias (JOHNSON e KAPLAN, 1991; NEELY e AUSTIN, 2000). A produção era basicamente de apenas um único produto e o controle estava sobre a utilização da mão-de-obra e da matéria-prima. Naquela época, os sistemas com esse enfoque funcionavam bem e forneciam informações relevantes sobre eficiência e lucratividade para a tomada de decisões (JOHNSON e KAPLAN, 1991).

Outro aspecto inerente à realidade daquele período diz respeito ao modelo de organização que, sob a perspectiva de Veltz e Zarifian (1994), é classificado como clássico. Esse modelo é caracterizado por estar centrado apenas sobre a produtividade das operações do trabalho, sendo a relação causal entre produtividade e velocidade clara para os tomadores de decisão do sistema de gestão. Além disso, segundo os mesmos autores, a visão “taylorista” de que a produtividade do todo era simplesmente a soma da produtividade das partes estava menos afastada da realidade para tal modelo. Essa inadequação também foi evidenciada na década de 80 por Richardson e Gordon (1980), que afirmaram que as medidas de desempenho utilizadas por muitas organizações, como as de produtividade, não eram mais apropriadas.

Isso marca o período de ascensão da medição de desempenho tradicional, que basicamente cumpria o papel de um sistema de informação gerencial interno baseado em parâmetros como velocidade, eficiência e utilização da mão-de-obra direta.

O período de declínio da medição de desempenho tradicional é marcado por uma nova realidade caracterizada pela expansão da TI, competição global mais acirrada, ciclos de vida dos produtos encurtados, avanço das tecnologias de produção e o aumento da complexidade do sistema de produção (BORNIA, 2002; NAGAKAWA, 1993; JOHNSON e KAPLAN, 1991). Além disso, Nagakawa (1993) destaca que a competição intensa entre as empresas exige que elas tenham desempenho não só na dimensão custo, mas também em qualidade, flexibilidade de *mix* de produção (NAGAKAWA, 1993) e, segundo Slack et al. (2002), confiabilidade de entrega e rapidez.

Uma análise de Johnson e Kaplan (1991) demonstra também que a forma das organizações se estruturarem e se agruparem tem uma contribuição importante para tal queda. As camadas superiores da hierarquia organizacional começaram a sintetizar os dados das camadas inferiores em dados agregados, com isso a informação gerada se tornava pobre em relação à quantidade de variáveis da nova realidade a ser gerida. Ao lado disso, estava o aparecimento das grandes corporações que passaram a administrar mais de uma organização e, como se isso não bastasse, surgia também a figura dos acionistas, dos clientes e dos clientes acionistas.

Por sua vez, os acionistas que se preocupam com o retorno sobre investimento cobram de forma indireta a baixa gerência, que acaba se preocupando mais com os indicadores de desempenho dos acionistas do que com os indicadores dos processos produtivos. A queda é acirrada quando as várias camadas que compõem a estrutura organizacional deixam de se preocupar com o todo e começam a se preocupar com os relatórios financeiros devido à visão estritamente financeira imposta pelos acionistas. De um modo geral, tais fatores fizeram com que a gestão dessas organizações se tornasse cada vez mais complexa.

Veltz e Zarifian (1994) apontam para um sentido na direção de um novo modelo de organização para acompanhar as novas contingências. Tal modelo seria caracterizado por três rompimentos:

- passagem progressiva de um mundo de objetos e de operações para um mundo de eventos, em que a ênfase está no caminho das ocorrências e das estruturas lógicas;
- evolução de uma cooperação estática para uma cooperação dinâmica, em que a sucessão aditiva e seqüencial das operações dá lugar à interação não programada dos indivíduos e das submontagens da organização; e
- avanço do recorte hierárquico-funcional das decisões para uma forma convergente e solidária de tomada de decisões que correlacione inteligentemente estratégia e operações.

Nesse novo modelo de organização, percebe-se que as relações de causa-e-efeito aumentam em complexidade em relação ao modelo clássico. Além disso, é necessário que as atividades sejam conectadas por meio de uma visão sistêmica que visualize os eventos, levando em consideração que a otimização das partes pode não conduzir à otimização do

todo. Vale destacar que Richardson e Gordon (1980) também apontaram para a necessidade da utilização de medidas mais abrangentes.

Martins (1998) e Neely (1999) ainda destacam alguns problemas decorrentes da utilização de informações provenientes da medição de desempenho tradicional:

- visão de curto prazo para atingir resultados financeiros satisfatórios;
- falta de foco adequado sobre a estratégia da empresa;
- não consideração de medidas não-financeiras, como por exemplo, qualidade, inovação, tempo de resposta etc., exceto produtividade;
- otimização do desempenho local em vez da otimização do desempenho global como, por exemplo, ignorar aumento nos estoques somente para manter pessoas e máquinas trabalhando “alta produtividade”;
- incentivo à gerência para minimizar variações em relação aos padrões de desempenho estabelecidos em vez da promoção da melhoria contínua;
- monitoramento voltado para dentro da empresa, ou seja, ocorre falha no fornecimento de informações sobre as necessidades dos clientes e sobre o desempenho dos concorrentes;
- avaliação insatisfatória de investimentos em novas tecnologias produtivas;
- avaliação somente da eficiência e não da eficácia em conjunto;
- acompanhamento somente dos resultados finais alcançados;
- descrição do desempenho passado;
- falta de relevância para tomada de decisão que solucione problemas tanto de longo quanto de curto prazo;
- informação disponível tardiamente, devido ao longo ciclo de processamento dos dados pelo setor de contabilidade;
- resultados excessivamente sintéticos; e
- impedimento da adoção de novas filosofias e métodos de gestão.

De uma forma geral, as limitações impostas pela medição de desempenho tradicional apontam para a necessidade de uma mudança na medição de desempenho.

3.4 Revolução na medição de desempenho

No início dos anos 90, Eccles (1991) afirmou que a medição de desempenho passaria por uma revolução dentro de cinco anos. A partir de tal afirmação, todas as organizações teriam que redesenhar como o desempenho delas é medido. No entanto, mais importante do que o prazo estipulado pelo autor é a necessidade de mudança, que também foi destacada por outros autores como Richardson e Gordon (1980), Johnson e Kaplan (1991), Sink (1991) e Neely (1998).

Por exemplo, em uma pesquisa realizada por Richardson e Gordon (1980), foi constatado que as empresas daquela época baseavam-se muito em medidas de produtividade. Esses autores destacaram que as medidas de desempenho deveriam acompanhar as fases do ciclo de vida dos produtos. Além disso, esses autores destacaram que as empresas que desejam ser mais competitivas precisam usar medidas mais abrangentes. Isso também é destacado por Sink (1991), que afirma que a medição de desempenho deve ser vista sob uma perspectiva mais ampla, envolvendo eficácia, eficiência, produtividade, inovação, qualidade de vida no trabalho e lucratividade.

A literatura sobre a medição de desempenho (MD) pode ser dividida em duas grandes fases. A primeira iniciou-se em 1880 e durou até o início de 1980. Nela, a ênfase é na utilização de medidas financeiras e de produtividade. A segunda fase teve início no final da década de 80 e continua até hoje. Ela enfatiza a necessidade de medidas de desempenho balanceadas (medidas financeiras e não-financeiras, além das de produtividade) e integradas para suportar as novas condições operacionais internas e externas da maioria das empresas (GHALAYINI e NOBLE, 1996).

A segunda fase, por sua vez, pode ainda ser desdobrada em duas novas etapas (NEELY e AUSTIN, 2000). A primeira é a “miopia da medição”, quando foi reconhecido que as empresas estavam medindo as coisas erradas. A segunda é a “loucura da medição”, quando as empresas estão obcecadas com a medição de desempenho e passam a medir aparentemente tudo. Vale a pena destacar que ainda existem muitas empresas na primeira fase, ou seja, elas estão ainda medindo as coisas erradas.

As razões que conduzem à mudança na medição de desempenho são apresentadas por alguns autores. Segundo Sink (1991) destaca três motivos: tecnologia, competição, e ambiente (interno e externo). Nessa mesma linha, Eccles (1991) destaca que novas estratégias e novas realidades competitivas demandam novos sistemas de medição de desempenho. Com base em evidências da literatura e da prática, Neely (1999) apresenta um

conjunto mais completo de razões que contribuem para a revolução da medição de desempenho – Quadro 3.1.

QUADRO 3.1 – Fatores que influenciam a revolução na medição de desempenho

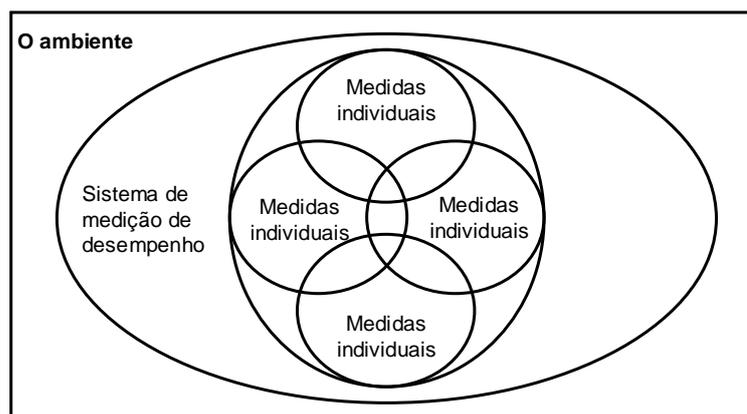
Fatores	Descrição
Mudança na natureza do trabalho	Em virtude dos avanços tecnológicos e do aumento da diversidade de produtos, os custos indiretos passaram a ser mais representativos na formação do custo final do produto
Aumento da competitividade	As organizações passaram a competir, não só em custos, mas também em outras dimensões não-financeiras tais como: qualidade, flexibilidade, confiabilidade de entrega e rapidez
Iniciativas específicas de melhoria	Surgem como resposta ao aumento da competitividade entre as organizações. As iniciativas que envolvem melhoria contínua como, por exemplo, Gestão pela Qualidade Total, Produção Enxuta e Seis Sigma necessitam de uma medição de desempenho coerente. Pois, antes de uma organização determinar o que será melhorado, ela precisa estabelecer onde e por que o desempenho atual falha
Prêmios nacionais e internacionais da qualidade	Os prêmios nacionais ou internacionais da qualidade como, por exemplo, o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) ou o <i>European Foundation for Quality Management</i> (EFQM) na Europa ocasionam mudanças na medição de desempenho da organização à medida que eles sugerem uma auto-avaliação para a melhoria do desempenho organizacional
Mudanças nos papéis organizacionais	Algumas funções como a de contabilidade e a de recursos humanos possuem medidas de desempenho que necessitam estar coerentes com a forma de gestão do desempenho da organização
Mudanças nas demandas externas	Atualmente as organizações estão sujeitas ao monitoramento de certas entidades reguladoras governamentais ou não-governamentais. Independente da sua razão de existência, elas avaliam certas medidas de desempenho da organização e, com isso, a medição de desempenho necessita de adaptações para atender a tal demanda
O poder da tecnologia da informação	As facilidades oferecidas pela TI em relação aos processos de coleta, armazenagem, análise e disseminação da informação fazem com que esse fator seja um forte indutor de mudança da medição de desempenho

Fonte: Adaptado de Neely (1999)

Maiores detalhes sobre a evolução dos sistemas de medição de desempenho serão vistos no item 3.11 Dinâmica da Medição de Desempenho.

3.5 Dimensões da medição de desempenho

A medição de desempenho, segundo Neely et al. (1995), pode ser vista em três níveis diferentes. Esses níveis, ilustrados na Figura 3.5, podem ser entendidos como uma estrutura imaginária, ou “*constructo*” teórico, para a medição de desempenho.



Fonte: Neely et al. (1995, p.82)

FIGURA 3.5 – Visão sistêmica da medição de desempenho

Primeiramente, as medidas de desempenho são vistas individualmente como sendo ligadas aos objetivos e à estratégia. Depois elas podem ser agrupadas de maneira a formar um conjunto de medidas de desempenho. Esse conjunto pode formar um sistema de medição de desempenho (SMD) desde que exista uma lógica para o agrupamento na escolha das medidas individuais. Por fim, o último nível de análise é a interação do SMD com os ambientes organizacionais interno e externo de um sistema de operações. Um aspecto importante associado à dimensão interna é o de que o SMD deve ser consistente à cultura organizacional. Já para a dimensão externa, dois elementos devem ser destacados na elaboração das medidas de desempenho: os clientes e os competidores (NEELY et al., 1995).

Com base na Figura 3.5, nos próximos itens será explorado cada um dos elementos desse “*constructo*” teórico da medição de desempenho.

3.5.1 Medidas de desempenho individuais

Uma medida de desempenho é o menor elemento da medição de desempenho. Existem diversas classificações para elas. A seguir são apresentadas as encontradas na bibliografia consultada.

Segundo White (1996), uma medida de desempenho individual pode ser classificada em quatro categorias: fonte dos dados (interna ou externa), tipo de dado

(subjetivo ou objetivo), referência (*benchmark* ou *self-referenced*), e orientação do processo (entrada ou saída).

Uma alternativa, indicada por Neely (1998), é classificar as medidas de desempenho quanto ao aspecto temporal, podendo ser históricas (provêem informações como fatos passados, sendo utilizadas para soluções de curto prazo) ou futuras (baseiam-se em predições e tendências, sendo voltadas para decisões de longo prazo).

Martins e Costa Neto (1998) propõem a categorização delas de acordo com a satisfação dos *stakeholders* da empresa (clientes, empregados, acionistas, fornecedores e sociedade).

Maskel (1991) aponta que elas podem ser agrupadas em função dos objetivos de desempenho da estratégia de manufatura (qualidade, custo, rapidez, confiabilidade de entrega, flexibilidade, e inovação).

As medidas de desempenho podem ser consideradas do tipo *lagging* e *leading*. A primeira é medida de desempenho de resultado e retrata o resultado atingido. O problema dela é que, quando algo sai de errado, já é muito tarde. Nesse sentido, muitas vezes é conveniente monitorar as medidas do tipo *leading* para que se possa ter uma previsibilidade do comportamento do processo antes que algo saia errado. Essas medidas de desempenho são as direcionadoras das do tipo *lagging*. O desenvolvimento das medidas do tipo *leading*, que afetam as medidas do tipo *lagging*, pode ser por meio de diversas técnicas. Maiores detalhes sobre elas podem ser obtidos na dissertação de Abreu (2002). Convém destacar que as medidas *leading* podem ser afetadas por muitas causas, que, por sua vez, podem ter outros indicadores *leadings* (BITITCI e NUDURUPATI, 2002). Esses autores ainda destacam que os indicadores de desempenho podem ser voltados para melhoria ou controle.

Independente do tipo de classificação adotado, é importante destacar que as medidas de desempenho precisam ser desenvolvidas com um valor prático (NEELY, 1998), isto é, precisam ser simples, análogas às atividades, úteis e fáceis de serem implementadas (HRONEC, 1994).

Além das classificações apresentadas, outro ponto importante é o processo de formulação de uma medida de desempenho, que precisa levar em conta alguns aspectos. O primeiro deles é a definição do título da medida de desempenho, da fórmula de cálculo do índice e da frequência da coleta, compilação e disseminação dos índices. Outro passo é a determinação da fonte de dados, bem como a verificação de sua confiabilidade. É importante também identificar a finalidade da medida de desempenho e quem irá utilizá-la (NEELY, 1998). Kueng (2000) e Martins (2000) afirmam que o uso da medição de desempenho

determina a sistemática (aquisição, coleta, seleção, análise, interpretação e disseminação) da medição de desempenho.

Bititci e Nudurupati (2002) destacam que os indicadores de *leading* que são utilizados pelos operários nas tarefas de melhoria devem ser: de fácil entendimento e uso; relevantes; visuais; e precisos e confiáveis.

3.5.2 Sistemas de medição de desempenho

Na revisão bibliográfica efetuada, foram encontradas diversas definições para os termos medição de desempenho e sistema de medição de desempenho (SMD).

Hronec (1994) afirma que a medição de desempenho compõe os sinais vitais da organização os quais quantificam como as atividades dentro de um processo ou os resultados de um processo alcançam um objetivo especificado.

Um sistema de medição de desempenho permite que as decisões e ações sejam tomadas com base em informações porque ele quantifica a eficiência e a eficácia das ações passadas por meio da coleta, exame, classificação, análise, interpretação e disseminação dos dados adequados (NEELY, 1998, p.5)

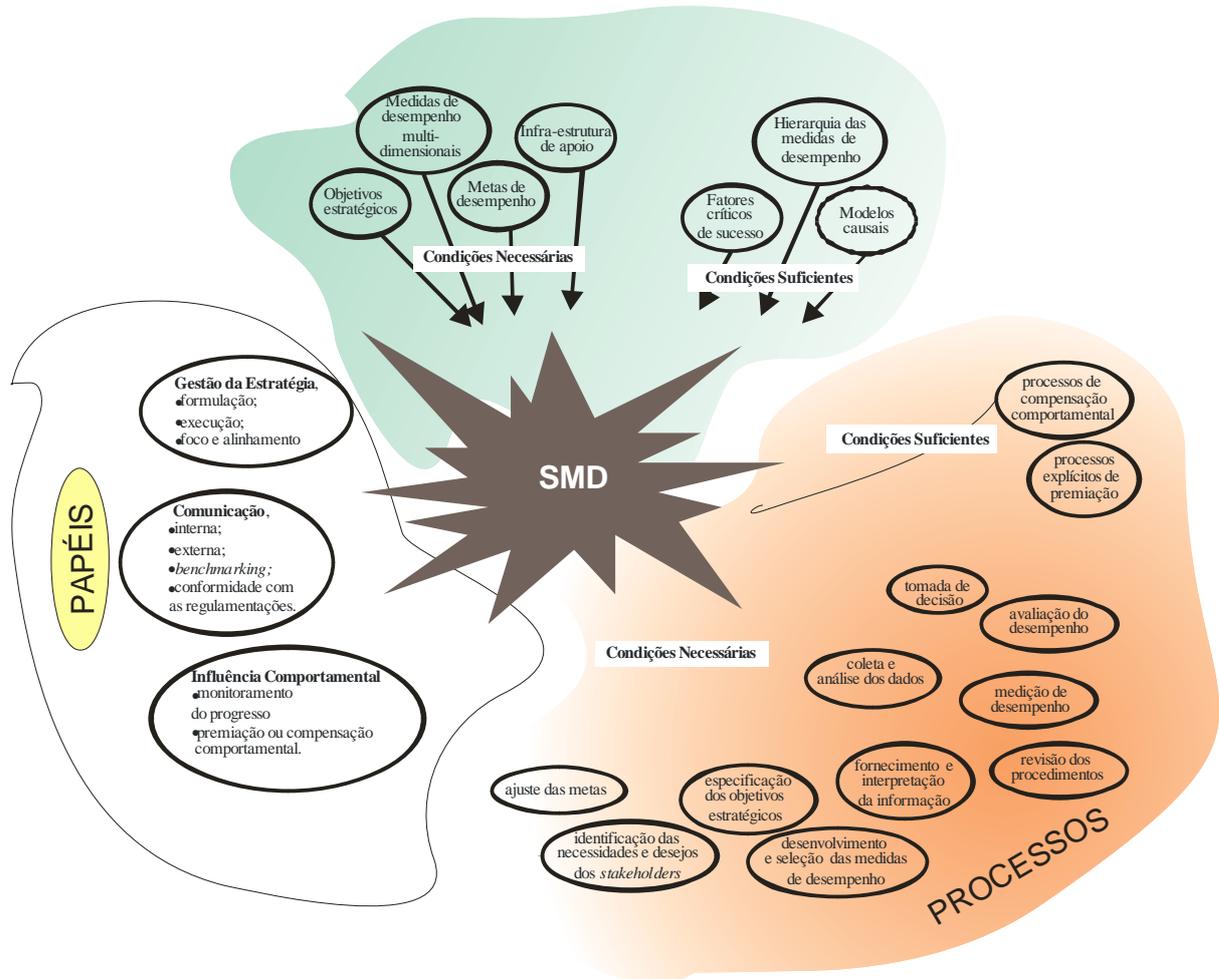
Segundo Simons (2000), um SMD é parte integrante dos sistemas de controle. Nesse sentido, a medição de desempenho atua como parte da infra-estrutura das rotinas baseadas nas informações e dos procedimentos gerenciais usados para manter ou alterar padrões nas atividades organizacionais.

Além das definições apresentadas, o termo SMD do negócio possui ainda muitas outras que variam em função das diversas áreas que fazem pesquisa sobre esse assunto. Com a finalidade de promover um consenso sobre esse termo, Franco-Santos et al. (2004, p.401) efetuaram uma extensa pesquisa bibliográfica sobre o assunto e, a partir disso, propuseram a seguinte definição do que seria um SMD do negócio: “... o conjunto de processos que uma organização usa para gerenciar a implementação da sua estratégia, comunicar sua posição e progresso, e influenciar o comportamento e ações dos seus empregados.”.

A partir de uma análise acerca de 17 definições sobre SMD do negócio, que foram retiradas da literatura, Franco-Santos et al. (2004) identificaram três principais grupos nos quais tais definições podem ser enquadradas: características do sistema, papéis do sistema e processos do sistema, como ilustra a Figura 3.6.

Franco-Santos et al. (2004) formularam condições necessárias e suficientes para um SMD do negócio. De acordo com Houaiss (2001), entende-se condição necessária

como: “condição que é imprescindível para o surgimento de uma consequência, que, entretanto, nem sempre se manifesta (p.ex., viver é uma condição necessária para o processo da fotossíntese)” e condição suficiente como: “condição que garante sempre e necessariamente a existência de uma outra realidade condicionada (p.ex., viver é uma condição suficiente para a existência do processo respiratório)”.



Fonte: Adaptado de Franco-Santos et al. (2004)

FIGURA 3.6 – Grupos de características de um SMD do negócio

Além disso, da forma como é exposto em Franco-Santos et al. (2004), um SMD do negócio não precisa apresentar as condições suficientes para ser considerado um SMD do negócio. A seguir, as principais características, papéis e processos do sistema são definidos em termos de condições necessárias e suficientes para um SMD do negócio.

As características são tidas como condições suficientes e foram identificadas como: fatores críticos de sucesso, modelos causais e uma hierarquia das medidas de desempenho.

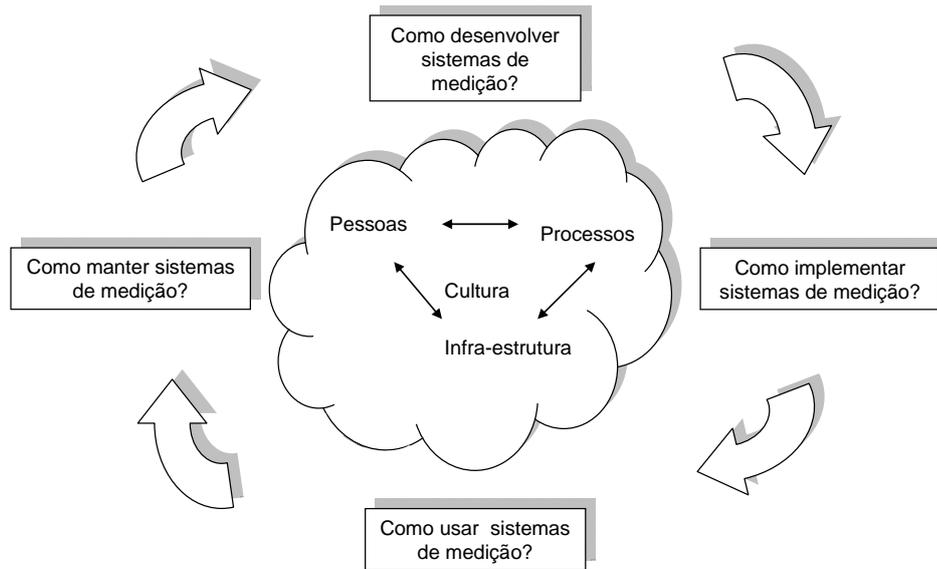
Os papéis são condições necessárias e apresentam três categorias: gestão da estratégia, que compreende a formulação, execução e foco; comunicação, que compreende tanto a interna quanto a externa, além do *benchmarking* e conformidade com as regulamentações; e influência comportamental, que abrange o monitoramento do progresso e a premiação/compensação comportamental.

Os processos enquadram-se nas condições necessárias e são os seguintes: identificação das necessidades e desejos dos *stakeholders*, especificação dos objetivos estratégicos, desenvolvimento e seleção das medidas de desempenho, ajuste das metas, coleta de dados, análise dos dados, fornecimento da informação, interpretação, tomada de decisão, medição de desempenho, revisão dos procedimentos e avaliação do desempenho. Os processos de compensação comportamental ou processos explícitos de premiação não são essenciais, sendo considerados condições suficientes, pois podem ser (ou não) desenvolvidos de acordo com outros elementos presentes na organização, tal como sua cultura organizacional.

Além disso, Rolstadas (1995) argumenta que um SMD pode ser dividido em uma parte duradoura e outra temporária, sendo que elas suportam as ações de controle e melhoria, respectivamente. As medidas de desempenho que compõem a parte temporária podem migrar para a parte duradoura desde que se tornem essenciais ao acompanhamento do desempenho total.

Segundo Neely et al. (2000), para que os sistemas de medição de desempenho possam ser conduzidos de forma adequada pelas organizações, é importante considerar quatro temas interligados, os quais estão associados à medição de desempenho: desenvolvimento, implementação, uso e revisão contínua. Os temas e seu relacionamento estão representados na Figura 3.7 sob a forma de questões.

Destaca-se também que os temas da Figura 3.7 estão associados aos processos, pessoas, infra-estrutura e cultura. Vale dizer ainda que a cultura de medição de desempenho envolve as pessoas, processos e infra-estrutura. Com base nessa figura, foram elaborados os itens Desenvolvimento, Implementação, Uso e Revisão Contínua dos SMDs, que serão apresentados posteriormente.



Fonte: Neely et al. (2000, p.1143)

FIGURA 3.7 – Temas associados à medição de desempenho

3.5.3 Ambiente

O ambiente pode ser desdobrado em externo (competitividade da indústria, economia e situação política) e interno (estrutura hierárquica, cultura, estilos de gerenciamento e recursos) (PETTIGREW et al., 1989 *apud* BOURNE et al., 2005).

De acordo com Bourne et al. (2005), as pesquisas publicadas sugerem que os fatores envolvidos no ambiente externo têm um impacto percebido na efetividade da medição de desempenho, mas não há estudos que descrevam esse relacionamento. Por outro lado, os mesmos autores destacam que o ambiente interno vem sendo amplamente pesquisado com muitos fatores sendo apontados – Quadro 3.2.

Na parte empírica da pesquisa realizada por Bourne et al. (2005), em que vários fatores que afetam a medição de desempenho foram controlados, foi retratado que o desempenho de uma organização parece ter uma relação com o modo como os dados são adquiridos, analisados, interpretados, comunicados e as ações são tomadas. Considerando que essas atividades estejam relacionadas com o uso da medição de desempenho, conforme descrito por autores como Martins (2002a) e Kueng (2000), os resultados empíricos da pesquisa de Bourne et al. (2005) apontam que a diferença de desempenho está associada aos executores de tais atividades.

QUADRO 3.2 – Fatores do ambiente interno que afetam a medição de desempenho

<i>Maturidade do sistema</i> Sistemas mais maduros são mais efetivos
<i>Estrutura organizacional</i> Importância de alinhar a estrutura e as medidas
<i>Tamanho da organização</i> O processo de medição é mais fácil nas grandes organizações e mais problemático nas pequenas
<i>Cultura organizacional</i> O alinhamento entre os elementos culturais embutidos no SMD e as preferências dos usuários é benéfico
<i>Estilo gerencial</i> O estilo apropriado pode ser diferente nas diversas configurações e fases de implementação e uso
<i>Estratégia competitiva</i> As medidas de desempenho deveriam ser alinhadas com a estratégia
<i>Recursos e competências</i> As organizações necessitam recursos e competências para implementar e revisar seus SMDs
<i>Estrutura de TI</i> A elevada integridade e a baixa dificuldade de coleta dos dados são importantes
<i>Outras práticas e sistemas gerenciais</i> Deve haver um alinhamento entre a medição de desempenho e outros sistemas (Por exemplo, orçamento financeiro e compensação)

Fonte: Bourne et al. (2005, p.376)

3.6 Estruturas de Sistemas de Medição de Desempenho

Em função da inadequação da medição de desempenho tradicional, o uso balanceado de medidas financeiras e não-financeiras para refletir a complexidade das organizações torna-se um assunto de extrema importância (GHALAYINI e NOBLE, 1996). Para compensar essa lacuna, muitas estruturas de sistemas de medição de desempenho têm sido desenvolvidas (MARTINS, 2000).

Nesse sentido, a seguir são apresentadas, em ordem cronológica, as seguintes estruturas de sistemas de medição de desempenho: *Performance Pyramid*, *Balanced Scorecard (BSC)*, *Performance Prism*.

3.6.1 Performance Pyramid

Para ganharem melhor controle sobre o desempenho das empresas, os executivos podem implementar formas de garantir um direcionamento estratégico adequado (CROSS e LYNCH, 1990). Nesse sentido, a *Performance Pyramid* provê um desdobramento tanto vertical quanto horizontal das medidas que servem de orientação na tomada de decisões e ações do negócio – Figura 3.8.



Fonte: Cross e Lynch (1990, p.57)

FIGURA 3.8 – Performance Pyramid

As medidas de desempenho externas focam a efetividade, enquanto que as internas focam a eficiência. Além disso, essas medidas estão inter-relacionadas verticalmente pelos níveis hierárquicos (a própria pirâmide transmite essa idéia), e horizontalmente entre os departamentos e os centros de trabalho (CROSS e LYNCH, 1990).

A frequência com que ocorrem as etapas da sistemática da medição de desempenho precisa ser adequada às necessidades de cada usuário. Além disso, os resultados precisam ser divulgados de forma simples e com apelo visual para que o entendimento e conseqüente tomada de decisão ou ação sejam facilitados. Esses autores também destacam que o sistema de controle operacional precisa estar preparado para lidar com os *trade-offs* das medidas de desempenho.

As relações causais necessitam ser entendidas via desdobramento vertical e também horizontal, e isso pode ser uma dificuldade quando os processos não são claros. Por isso, a gestão por processos parece ser uma condição necessária para que a *Performance Pyramid* seja implementada e usada de forma efetiva. Cross e Lynch (1990) também destacam que o tempo de implementação pode ser longo.

3.6.2 Balanced Scorecard (BSC)

O BSC surgiu nos anos 90 com duas outras abordagens – Custeio Baseado Atividades – ABC (*Activity Based Costing*) e gestão do valor para os acionistas – sendo defendido como um sistema de medição de desempenho para ajudar a melhorar o desempenho organizacional (KAPLAN e NORTON, 2001b). A bibliografia pesquisada apresentou-o como sendo o sistema de medição de desempenho mais difundido.

As principais características do BSC são: medidas financeiras e não-financeiras (operacionais); medidas externas para acionistas e clientes; medidas internas para processos; e medidas dos tipos *lagging* e *leading*.

O BSC permite visualizar a estratégia da empresa por quatro perspectivas, descritas a seguir e ilustradas na Figura 3.9:

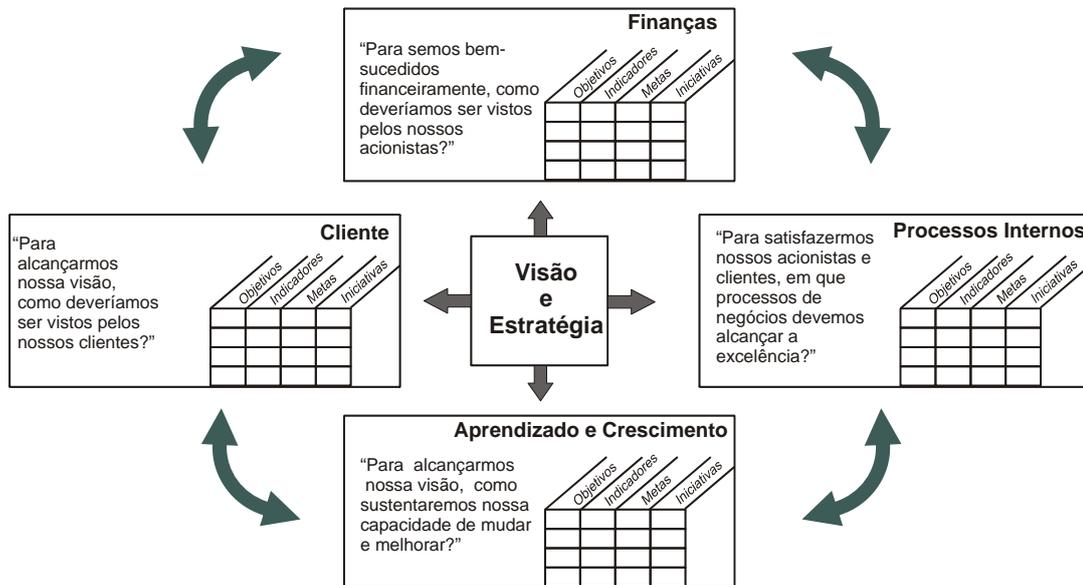
- Perspectiva Financeira: mede as conseqüências das ações tomadas de uma forma econômica, cada medida é parte de uma relação causa-efeito, e é formada por indicadores relacionados à rentabilidade;
- Perspectiva do Cliente: medidas de desempenho de resultado para segmentos de mercado e clientes. Além dos indicadores que se referem diretamente ao cliente, devem existir medidas para focalizar os esforços para agregar valor ao cliente;
- Perspectiva dos Processos Internos: medidas e objetivos para entregar valor ao cliente e satisfazer os acionistas. Os processos com maior importância para a satisfação do cliente devem ser considerados prioritários; e
- Perspectiva de Aprendizagem e Crescimento: suas medidas pretendem identificar o que a organização precisa priorizar para atingir uma ruptura significativa no desempenho, e tais medidas precisam ser relevantes para as outras três perspectivas (KAPLAN e NORTON, 1996).

Segundo Neely et al. (2000), o foco unidimensional é uma das principais fraquezas dos SMDs tradicionais. Assim sendo, à proporção que o BSC permite visualizar a estratégia da empresa por quatro perspectivas, ele surge como uma alternativa para superar tal fraqueza.

De acordo com Kaplan e Norton (2001b), cada organização pode alcançar alinhamento e foco estratégicos de diferentes maneiras, em diferentes passos e em diferentes seqüências, no entanto cada uma usa um conjunto comum de cinco princípios, divulgado pelos autores como princípios de uma organização com foco estratégico:

- tradução da estratégia em termos operacionais;
- alinhamento da organização à estratégia;
- fazer da estratégia parte do dia-a-dia dos funcionários;
- fazer da estratégia um processo contínuo; e

- mobilizar mudança pela liderança do executivo.



Fonte: Kaplan e Norton (1997)

FIGURA 3.9 – As Quatro Perspectivas do *Balanced Scorecard*

A construção do mapa estratégico é muito importante, pois ele traduz a estratégia em termos operacionais (KAPLAN e NORTON, 2001b). Para que o BSC reflita a estratégia da empresa, é necessário que seja estabelecida uma relação de causa-e-efeito entre as quatro perspectivas e entre suas medidas de desempenho. Além disso, é necessária uma combinação entre medidas de resultado e vetores de desempenho (KAPLAN e NORTON, 1997). Assim, o BSC consegue integrar quatro perspectivas importantes num só relatório, permitindo aos gerentes uma visão geral do desempenho (GHALAYINI e NOBLE, 1996).

Neste último século, o BSC evoluiu, passando de apenas uma estrutura para unir medidas financeiras e não-financeiras para um sistema de medição de desempenho e depois para uma estrutura de implementação da estratégia (KAPLAN e NORTON, 2001a; KAPLAN e NORTON, 2001b). Destaca-se que essa evolução ocorreu em consequência da própria prática das empresas, ou seja, do uso.

Apesar de seu sucesso, o BSC também é criticado na literatura: é pouco aplicável no chão de fábrica (GHALAYINI e NOBLE, 1996), pouca atenção é dada ao processo de desenvolvimento do sistema balanceado de medidas (NEELY et al., 2000). Neely et al. (2001) destacam que o BSC não abrange todos os *stakeholders* como, por exemplo, os funcionários, os fornecedores e as entidades regulamentais. Schneiderman (1999) cita uma série de motivos dos insucessos com o BSC. Para Norreklit (2000), a relação de causa-e-efeito

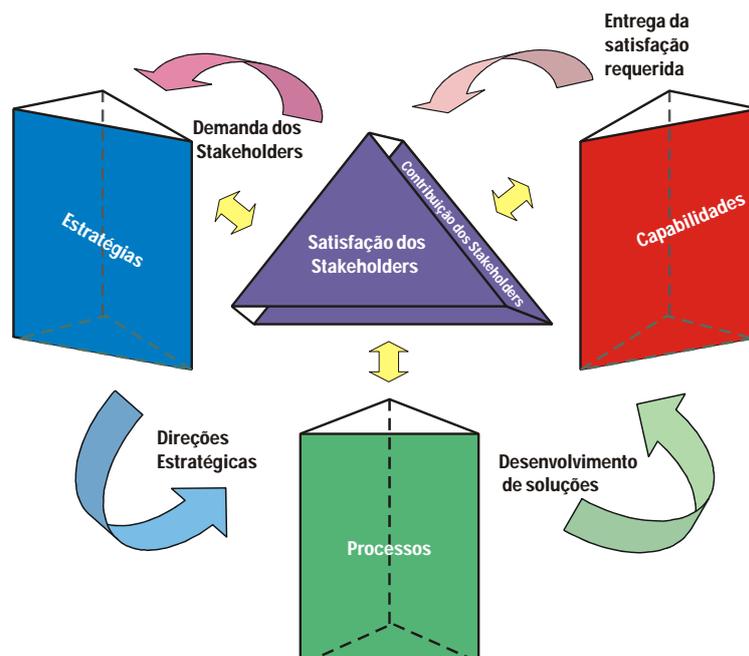
entre as perspectivas do BSC é problemática e o modelo de controle estratégico não é realista. Além disso, Norreklit (2003) destaca que a teoria que envolve o BSC é mais persuasiva do que convincente.

3.6.3 Performance Prism

O *Performance Prism* é um sistema de medição de desempenho de segunda geração desenvolvido por pesquisadores do *Centre for Business Performance* da Universidade de Cranfield – Inglaterra – liderados por Andy Neely. Ele tem por objetivo preencher as lacunas deixadas pelos outros sistemas de medição de desempenho como, por exemplo, o BSC, no que tange ao atendimento do ambiente competitivo atual (NEELY et al., 2001).

Ao contrário dos SMDs de primeira geração, o *Performance Prism* não começa a desdobrar as medidas de desempenho a partir da estratégia, mas sim a partir dos *stakeholders* (NEELY e ADAMS, 2000).

Essa estrutura de SMD consiste de uma figura tridimensional - Figura 3.10 composta por cinco faces: satisfação dos *stakeholders*, estratégias, processos, capacidades e contribuição com os *stakeholders*. As estratégias, processos e capacidades são meios para alcançar a satisfação dos *stakeholders*. A estratégia mobiliza os processos com as requeridas capacidades da organização. Com o objetivo de serem satisfeitos, os *stakeholders* também têm que contribuir para manter e desenvolver as capacidades (NEELY et al., 2001).



Fonte: Neely e Adams (2000)

FIGURA 3.10 – O *Performance Prism*

As cinco faces do *Prism*, apesar de inter-relacionadas, estão relacionadas a cinco questões sobre o processo de desenvolvimento das medidas de desempenho:

- satisfação dos *stakeholders* – quem são os *stakeholders*-chave para a organização? Quais suas demandas e necessidades?
- estratégias – quais as estratégias a serem seguidas pela organização de maneira a atender às demandas e necessidades dos *stakeholders*?
- processos – quais processos devem ser implementados de maneira a atingir as estratégias?
- capacidades – quais as capacidades necessárias para operacionalizar os processos?
- contribuição dos *stakeholders* – o que a organização demanda e necessita dos *stakeholders* de forma a viabilizar todas as necessidades levantadas?

Cada face do *Performance Prism* pode ser ainda dividida em sub-categorias. A estratégia pode ser analisada no nível de corporação, unidade de negócio, linhas de produtos e nível operacional. Do mesmo modo, os processos podem ser refinados em desenvolvimento de novos produtos e serviços, geração de demanda, planejamento e gestão da empresa. Finalmente, as capacidades podem ser divididas em termos das pessoas, práticas, tecnologias e infra-estrutura física (ADAMS e NEELY, 2000).

Em virtude do cenário competitivo, pode acontecer dos *stakeholders* entrarem em conflito de interesses. Isso pode ser entendido como uma das limitações do *Performance Prism*, pois, na revisão bibliográfica realizada, não foi evidenciado como lidar com tal assunto.

Martins (2002a) apresenta uma síntese das características de algumas estruturas de SMDs - Quadro 3.3.

QUADRO 3.3 – Principais propostas de estruturas de SMDs

ESTRUTURAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
SMART – <i>Performance Pyramid</i> (CROSS e LINCH, 1990)	Medidas de desempenho de eficiência interna e eficácia externa Medidas de desempenho desdobradas da estratégia da empresa
<i>Balanced Scorecard</i> (KAPLAN e NORTON, 1992, 1996)	Medidas de desempenho agrupadas em quatro perspectivas Relação de causa-e-efeito entre as perspectivas baseadas na estratégia
<i>Performance Prism</i> (NEELY e ADAMS, 2000; KENNERLEY e NEELY, 2000)	Medição de desempenho da satisfação dos <i>stakeholders</i> Comunicação da estratégia Abordagem pela gestão de processos de negócio

Fonte: Adaptado de Martins (2002a, p. 373)

De acordo com o Quadro 3.3, observa-se que as estruturas de SMDs têm evoluído no sentido de ampliar o foco, que antes estava mais voltado à estratégia, para uma perspectiva mais ampla, que engloba todos os *stakeholders*.

3.7 Desenvolvimento

Várias estruturas de sistemas de medição de desempenho, tais como *Performance Pyramid*, *Balanced Scorecard*, *Performance Prism*, têm sido apresentadas pela literatura. Por outro lado, Neely et al. (2000) apontam que pouca atenção vem sendo dada ao processo de desenvolvimento desses sistemas devido, principalmente, à suposição de que tal tarefa não é difícil.

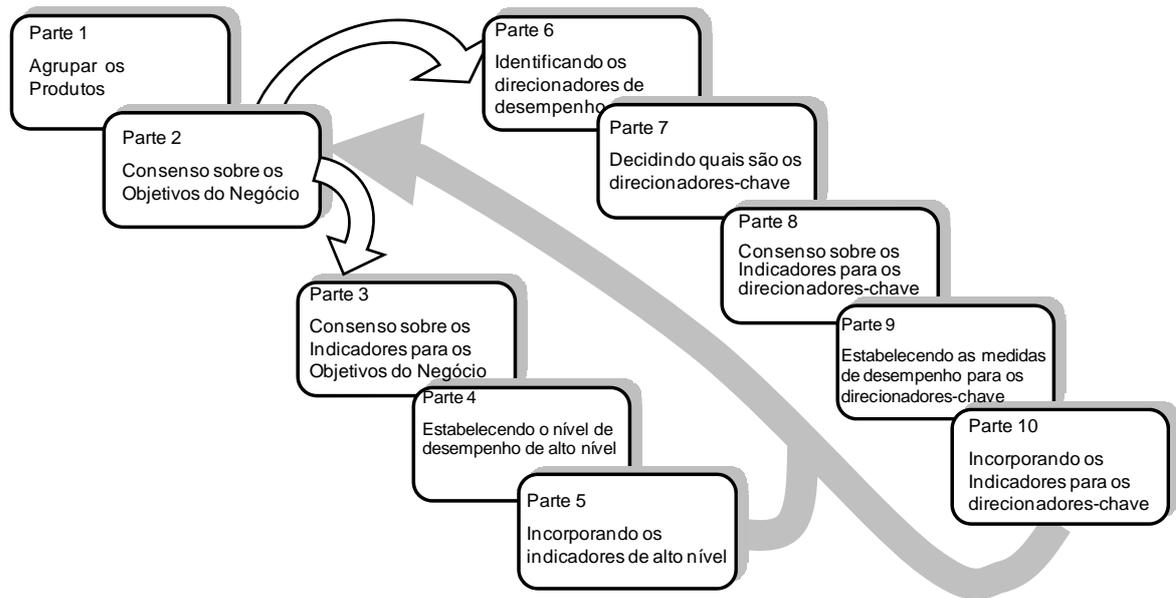
No entanto, ainda segundo Neely et al. (2000), depois de escolhida a estrutura do SMD, os gerentes começam a se deparar com os seguintes tipos de resistência:

- medo: indivíduos começam a se preocupar com as medidas porque elas podem expor seus resultados;
- subversão: diferentes pessoas procuram enfraquecer a credibilidade das medidas de diferentes maneiras; e
- política: alguns procuram jogar com o sistema.

Nesse sentido, Neely et al. (2000) desenvolveram, com base na literatura e em dados empíricos, uma proposta estruturada do processo de desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho – Figura 3.11. Pela Figura 3.11, pode-se observar que o processo de desenvolvimento do SMD consiste de 10 etapas que são executadas continuamente. Além disso, observa-se que as etapas de 1 a 5 tratam dos itens de controle, e as etapas de 6 a 10 tratam dos itens de verificação, ambos já apresentados.

Depois de escolhida a estrutura, a integração é necessária para que ocorra harmonia. Ou seja, para que haja os relacionamentos de causa-e-efeito coerentes, para que sejam adequados em termos de custo-benefício e com baixa complexidade.

Para isso, Robson (2004) destaca que, antes de se identificar todos os fatores que podem ser medidos, é necessário que a razão pela qual o SMD está sendo implementado seja clara, pois dessa forma se tem uma maior oportunidade de aumentar a efetividade global do negócio. Além disso, esse mesmo autor destaca que é preciso procurar identificar um mínimo de medidas de desempenho que possam aumentar o retorno do investimento no processo de desenvolvimento e implementação do SMD.



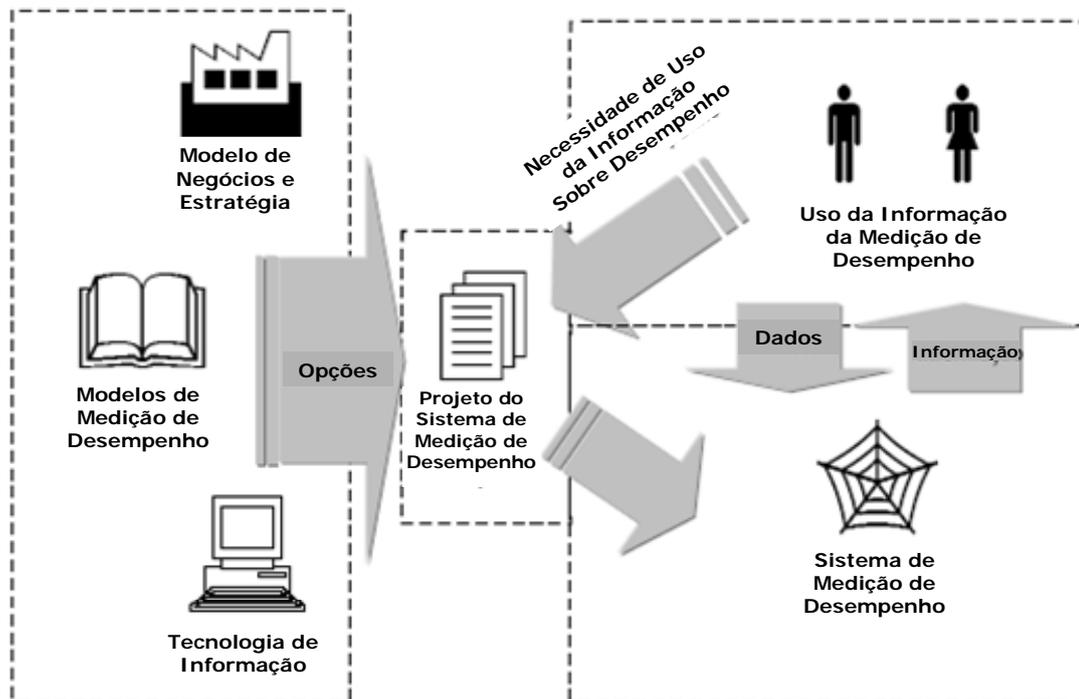
Fonte: Neely et al. (2000, p.1139)

FIGURA 3.11 – Processo de desenvolvimento do SMD

A literatura sobre medição de desempenho está mais focada no desenvolvimento de novos SMDs do que no uso da informação gerada por esses sistemas (MARTINS, 1998; MARTINS e SALERNO, 1999; MARTINS, 2000). Contudo, Martins (1998) afirma que uma forma alternativa e sistemática para utilizar as informações geradas pelos novos SMDs é estruturar o uso a partir de algumas características desses novos sistemas. No intuito de desenvolver um SMD baseado nos diferentes usos da informação da medição de desempenho, Martins (2002a) apresenta uma proposta – Figura 3.12.

De acordo com a Figura 3.12, o direcionador do desenvolvimento de um SMD são os requisitos do uso da informação da medição de desempenho. O responsável ou a equipe envolvida no trabalho determinam:

- quem usará as informações de medição;
- quais tipos de tomada de decisão e ação serão suportados;
- qual o melhor formato para a informação;
- qual tipo de análise é mais satisfatório;
- qual é a frequência de uso;
- qual outro tipo de informação da medição de desempenho está relacionado com uma específica necessidade; e
- qual é a origem da informação.



Fonte: Martins (2002b, p.6)

FIGURA 3.12 – Modelo para o desenvolvimento de um SMD com base no uso

O primeiro passo seria entender o usuário da informação da medição de desempenho em termos de arquétipos que consideram o nível hierárquico e o propósito do uso. O próximo passo seria comparar os requisitos com as opções das estruturas de sistema de medição de desempenho disponíveis, tecnologia da informação, modelo de referência do negócio e estratégia da empresa. O resultado pode ser mais de um SMD, e um único usuário que exerce diferentes tarefas (controle e melhoria) pode usar a informação de diferentes SMDs (MARTINS, 2002b).

3.8 Implementação

A implementação de um sistema de medição de desempenho deve ser entendida como um processo que tem por objetivo pôr em prática uma determinada estrutura de SMD. Dois principais aspectos precisam ser considerados nesse processo: as propostas de implementação e os fatores envolvidos na implementação do SMD.

Martins (1998) destaca que existem várias propostas de processos de implementação para os novos SMDs. Tais propostas são acompanhadas por formas distintas de condução desse processo. Por exemplo, Eccles (1991) identificou cinco atividades que necessitam ser consideradas no que diz respeito à revolução na medição de desempenho, as

quais podem ser entendidas como necessárias ao processo de implementação de um SMD: desenvolver uma arquitetura de informação; disponibilizar tecnologia da informação adequada para suportar tal arquitetura; alinhar o sistema criado ao sistema de recompensas; projetar as medidas com base nos recursos externos, por exemplo, consultores e associações de comércio; e criar um processo para garantir que as atividades anteriores aconteçam. Essas atividades funcionariam encadeadas como um processo, que sempre estaria acontecendo. Além disso, esse autor destaca que esse processo de mudança necessita do envolvimento das pessoas, tanto do patrocinador quanto do grupo ou função que implementará as ações, pois esses são pontos críticos do processo de mudança.

Já em relação aos fatores envolvidos na implementação de um SMD, uma iniciativa de medição de desempenho pode vir a falhar por dois principais motivos: a deficiência do projeto e a dificuldade de implementação (NEELY e BOURNE, 2000). Para se evitar a primeira, o projeto de um SMD deve iniciar-se com o mapa de sucesso da organização - um diagrama de causa-e-efeito que mostra como a empresa opera - em vez da pergunta: “O que nós devemos medir?”. O mapa de sucesso fornece os instrumentos que os gerentes podem acionar e também evidencia o impacto que isso pode ter sobre o desempenho do negócio. O segundo principal motivo pode ser dividido em três principais barreiras: política, infra-estrutural e foco. A política está associada ao fato de que muitas pessoas sentem-se ameaçadas pelas medidas. A segunda barreira tem relação com a falta de integração dos dados que estão espalhados por toda a empresa. A terceira é a perda do foco em relação ao tempo, esforços e recursos necessários ao desenvolvimento e manutenção da medição de desempenho por toda a organização.

O processo de implementação de um SMD, segundo Hronec (1994), pode falhar pelos seguintes motivos:

- falta de envolvimento das pessoas no processo;
- as medidas de desempenho não são confiáveis;
- as medidas de desempenho são utilizadas para criticar as pessoas e não para melhoria dos processos;
- coleta e processamento de dados tomam muito tempo das pessoas; e
- excesso de medidas de desempenho.

Bourne et al. (2002) constataram, por meio de uma pesquisa empírica voltada para os diretores e gerentes diretamente envolvidos com a implementação de SMDs, que o

sucesso ou fracasso do processo de desenvolvimento de um SMD é influenciado por seis principais fatores – Quadro 3.4.

A partir do Quadro 3.4, percebe-se que os fatores facilitadores, ou sejam, aqueles que contribuem para a implementação bem sucedida de um SMD são o Comprometimento da Alta Administração e os Benefícios Percebidos da Medição de Desempenho. Já os fatores inibidores, que dificultam a implementação de um SMD, podem ser categorizados em superáveis e insuperáveis. Os primeiros podem ser vencidos e são Esforços Requeridos para Implementação e Acesso aos Dados por Meio da TI. Já os segundos, Conseqüências da Medição de Desempenho e Adoção Concomitante de Iniciativas da Matriz, não podem ser vencidos. Destaca-se que o fator Comprometimento da Alta Administração é algo dinâmico e uma variável dependente. Esse fator pode ser influenciado pela mudança de equilíbrio entre o fator Benefícios Percebidos da Medição de Desempenho e o fator Esforços Requeridos para Implementação. Com isso, ele assume um aspecto dinâmico, comportando-se, então, como uma variável dependente (BOURNE et al., 2002).

QUADRO 3.4 – Fatores facilitadores e inibidores da implementação de um SMD

Fatores	Facilitadores		→ Comprometimento da alta administração
			→ Benefícios percebidos da medição de desempenho
	Inibidores	Superáveis	→ Esforços requeridos para implementação
			→ Acesso aos dados por meio da TI
		Insuperáveis	→ Conseqüências da medição de desempenho
			→ Adoção concomitante de iniciativas da matriz

Fonte : Adaptado de Bourne et al. (2002)

Bititci e Nudurupati (2002) destacam que a medição de desempenho falha em muitas organizações pelas seguintes razões:

- muito tempo e investimento são gastos para a coleta, a análise e a apresentação;
- dificuldade em se quantificar os resultados em áreas que são mais qualitativas por natureza;
- um grande número de medidas de desempenho, as quais são difíceis de serem geridas em um sistema de medição de desempenho simples; e
- falta de suporte de TI.

Robson (2004) destaca que toda atividade de medição incorre em custos tanto de implementação quanto de manutenção. Do mesmo modo, toda medida de desempenho tem

potencial para reduzir a eficiência do processo de medição. Nesse sentido, é necessário conhecer as circunstâncias exatas sob as quais o SMD proporcionará (ou não) uma melhoria no desempenho, pois, com isso, é possível justificar custos gerados por um SMD.

Observa-se que os fatores que conduzem ao fracasso de uma iniciativa de medição de desempenho são diversos e, de uma forma geral, podem ser classificados em facilitadores e inibidores. Portanto, é necessário que as organizações os conheçam para que possam lidar de forma adequada, incentivando os primeiros e amenizando ou contornando os últimos.

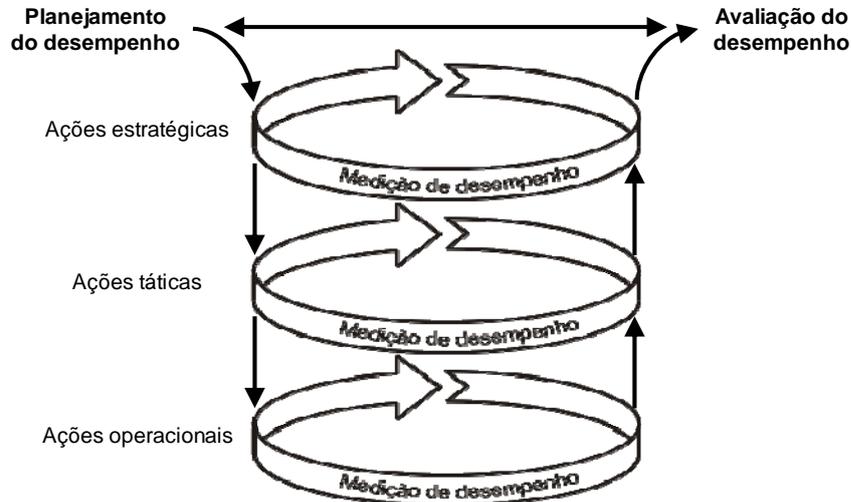
3.9 Uso da informação da medição de desempenho

O uso da informação da medição de desempenho também está relacionado aos sistemas de controle dos vários níveis hierárquicos da organização. Ou seja, determinada informação pode ser usada de maneira bem diferente por diferentes usuários (SIMONS, 2000). Essa heterogeneidade ocasiona a formação de diferentes camadas no sistema de medição de desempenho da empresa. Na Figura 3.13, pode ser visto um SMD em camadas integradas. As atividades de medição e avaliação são independentes, e a última, de acordo com o propósito, pode ser baseada nas entradas provenientes das diferentes camadas (ROLSTADAS, 1995).

Nesse sentido, Martins (2002a) argumenta que o uso da informação da medição de desempenho, num primeiro passo, precisa ser vista como sendo formada por arquétipos, considerando o nível hierárquico e o propósito do uso. Por exemplo, a necessidade de informação de um operário que controla as operações é diferente de um gerente com o mesmo propósito. Caso o mesmo operário esteja envolvido numa atividade de melhoria de desempenho, ele provavelmente necessitará de outro tipo e formato de informação.

A medição de desempenho possui várias razões para ser utilizada, uma delas são os 4CPs (NEELY, 1998): “checar” posição pelo estabelecimento de posição no mercado, pelo uso do *benchmarking* para comparar posições com competidores e monitorar o progresso; “comunicar” posição para divulgar o desempenho para toda a organização e os reguladores (governo, acionistas e sociedade em geral); “confirmar” prioridades para a ação e a verificação pela alta administração, para clarificar a tomada de decisão e como significado para a gestão, o controle de custos e investimento; e “compelir” o progresso como significado

para a motivação, a comunicação das prioridades da organização e como base para recompensa.



Fonte: Rolstadas (1995, p.174)

FIGURA 3.13 – Visão do SMD em camadas integradas

Em uma pesquisa empírica, realizada por Martins e Salerno (1999), foi evidenciado que o uso da informação gerada pela medição de desempenho estava mais voltado para o controle e não para a melhoria, ou seja, “checar” posição e “comunicar” posição.

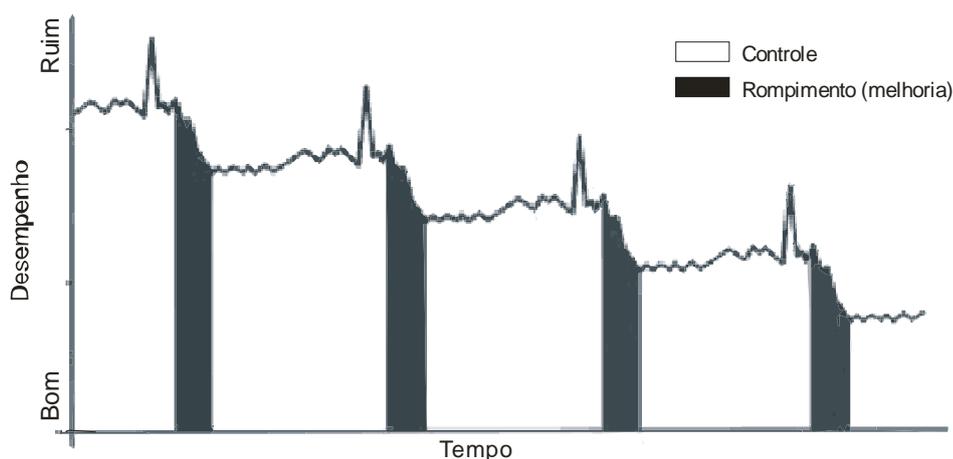
Martins (2000), por meio de uma análise da literatura e de dados empíricos, ampliou para dez os propósitos para o uso da informação da medição de desempenho:

- controle;
- melhoria contínua reativa;
- melhoria contínua pró-ativa;
- planejamento;
- recompensa pelo desempenho do grupo;
- reforço à retórica da gerência;
- indução da atitude dos funcionários;
- *benchmarking*;
- aprendizado individual e organizacional; e
- priorização e justificativa de investimentos.

Dentre os vários usos apresentados anteriormente, em função do objetivo desse trabalho, os voltados ao controle e à melhoria merecem atenção especial. Tanto o controle

como a melhoria são processos pertencentes à Trilogia da Qualidade (JURAN, 1962). A melhoria do desempenho necessita do controle para evoluir à medida que os padrões necessitam ser rompidos e elevados a um patamar de desempenho superior (GRYNA, 2001). Com isso, os usos voltados ao controle e à melhoria necessitam de uma medição de desempenho apropriada a cada um.

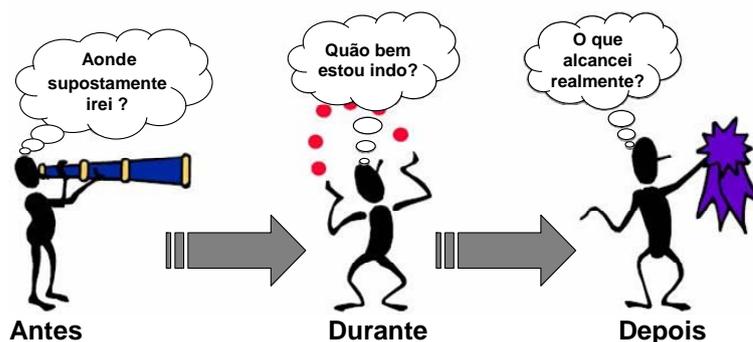
Segundo Juran (1995, p.5), o controle significa: “manter no curso, aderência aos padrões, prevenção de mudança”. Já o rompimento (ou melhoria) significa: “mudança, dinamismo, movimento decisivo para o novo, elevados níveis de desempenho”. Toda atividade gerencial é dirigida para o controle ou melhoria. Hoerl e Snee (2001) também evidenciam que a atividade das pessoas possui uma parte voltada ao controle, ou rotina (CAMPOS, 1992), e outra voltada à melhoria. Nesse sentido, a melhoria e o controle são partes de um contínuo ciclo de eventos – Figura 3.14. Juran (1995) destaca que as atitudes, a organização e o método usado para alcançar o rompimento (melhoria) diferem notavelmente dos usados para alcançar o controle.



Fonte: Juran (1995, p.6)

FIGURA 3.14 – Inter-relação do controle e melhoria

Além das etapas de controle e melhoria, Martins (1998) destaca que o uso da informação como suporte à tomada de decisão nas atividades de planejamento, controle e melhoria do desempenho organizacional é outra razão para se medir o desempenho. Esse mesmo autor defende que a informação precisa ter um formato diferente para cada uma dessas três atividades, uma vez que elas têm finalidades diferentes. O uso da medição de desempenho possui um relacionamento estreito com a ação em três momentos diferentes: na formulação do processo decisório, na tomada de decisão e na avaliação dos resultados alcançados (MARTINS, 2002a). A Figura 3.15 ilustra o apresentado e também evidencia que o uso é para suportar a decisão que encadeia uma ação.



Fonte: Martins (2002a)

FIGURA 3.15 – O relacionamento entre medição de desempenho e ação

Os propósitos do uso da medição de desempenho, apresentados anteriormente por Martins (2000), influenciam cada uma das atividades da sistemática da medição, que compreendem a aquisição, coleta, seleção, análise, interpretação e disseminação dos dados e informações.

A Aquisição é vital para o estabelecimento de confiança no processo de medição de desempenho independentemente do propósito. Os dados precisam ser adquiridos em um tempo que seja adequado para o tomador de decisão. Em termos de propósito voltado para o controle, para usuários do nível operacional, os dados precisam ser adquiridos em tempo real para serem relevantes. Para a média e a alta gerências, isso não se torna tão relevante. Nesse sentido, a tecnologia da informação se torna muito útil. Para o propósito de estudos de *benchmarking*, o formato dos dados a serem adquiridos precisa ser coerente com o dos dados passados. Caso contrário, podem surgir dificuldades nesse estudo de comparação. Convém destacar que, dependendo da pressão da alta administração para que resultados sejam obtidos e dos sistemas de recompensas e punição, alguns resultados podem ser manipulados com o objetivo de atender a tais demandas.

A Coleta também exerce um papel crítico no estabelecimento de confiança no processo de medição de desempenho. É uma atividade crítica nos propósitos de recompensar pelo desempenho do grupo, de reforçar a retórica da gerência e de induzir a atitude dos funcionários. Dependendo do propósito, o tempo em que essa atividade é realizada torna-se importante. As atividades posteriores dependem da confiabilidade (em termos de credibilidade e de estar livre de defeitos) nas atividades de aquisição ou coleta dos dados. Caso contrário, podem ocorrer enganos nos seguintes propósitos: melhoria reativa, melhoria pró-ativa, planejamento, e priorização e justificativa de investimentos.

A Seleção é vital para todos os propósitos da medição do desempenho, pois ela irá prover os dados em categorias apropriadas para os diferentes usuários. Por exemplo, as categorias associadas aos propósitos de controle, melhoria e planejamento são as relacionadas à estratégia do negócio ou de manufatura, e a satisfação dos *stakeholders*. As associadas ao propósito de investimento são máquinas, células de manufatura, fábricas, linhas de produtos etc.

A atividade Análise requer diferentes tipos de análises, de forma a procurar e encontrar padrões significantes em cada categoria. O objetivo é verificar “aonde nós estamos” e “aonde nós iremos”. Os tipos de análises variam em função do propósito. Por exemplo, para o propósito de controle, o desempenho atual pode ser comparado com o alvo, *benchmarks* e resultados anteriores. Também é possível aplicar análises estatísticas. Para os propósitos de controle, melhoria reativa e pró-ativa e planejamento, é muito importante analisar os dados explorando os relacionamentos de causa-e-efeito entre as medidas de desempenho. Com esse tipo de análise, também é possível identificar *trade-offs* entre as medidas de desempenho e conseguir uma visão do sistema como um todo.

Quando ações passadas estão correlacionadas com as medidas de desempenho, o uso de uma rede de relacionamentos na atividade de Interpretação é surpreendente. Isso porque é possível observar os efeitos dos padrões. Com isso, no propósito de controle, por exemplo, o desempenho não será visto de forma independente em termos de custo, qualidade, rapidez e confiabilidade de entrega. O entendimento dos relacionamentos ajuda na condução das atividades voltadas aos propósitos de controle, melhoria reativa e pró-ativa e planejamento. Nas atividades de melhoria, a procura por soluções é facilitada. Nos propósitos de reforçar a retórica da gerência, induzir a atitude dos funcionários, *benchmarking*, e aprendizado individual e organizacional, o relacionamento entre as medidas de desempenho torna explícito como o desempenho é alcançado, e as pessoas podem aprender sobre como suas atitudes influenciam o desempenho. Martins (2000) alerta que existem muitos métodos e técnicas para construir uma rede de relacionamentos de medidas de desempenho, vide Abreu (2002). Isso pode ser perigoso, pois métodos diferentes podem conduzir a diferentes decisões para um mesmo problema.

A Disseminação é uma atividade essencial para todos os propósitos, mas os que mais sofrem impacto dessa atividade são os de indução das atitudes dos funcionários e o de melhoria reativa. Com exceção do propósito para o *benchmarking*, a disseminação da informação sobre o desempenho não pode ser meramente um gráfico ou um único relatório. Outras informações sobre como a medida é calculada; uma tabela com os números; diagramas

de causa-e-efeito mostrando como as causas influenciam o desempenho de uma medida; um resumo dos problemas; as ações corretivas passadas; e projetos de melhorias atuais precisam ser apresentadas. Linhas de tendências e metas podem ser adicionadas aos gráficos. Todas essas informações podem ser disponibilizadas em quadros ou salas que visam ao gerenciamento visual das informações (MARTINS, 2000).

A TI exerce um papel importante em todas essas atividades. Em termos de softwares, nas últimas décadas, ocorreu um crescimento enorme de aplicativos voltados para a medição de desempenho. Cada um é bom em prover funcionalidades específicas para as organizações. Com o objetivo de entender os vários softwares, os autores têm conduzido pesquisas específicas sobre o assunto (BITITCI e NUDURUPATI, 2002). Alguns resultados sobre os softwares são: eles possuem preços elevados e ainda têm um custo adicional com consultoria, treinamento e tempo de desenvolvimento; as aplicações dos softwares são limitadas, não permitindo que se incorporem análises estatísticas para suportar o Seis Sigma e outras formas de melhoria; e os softwares costumam ser baseados no *Balanced Scorecard* e, com isso, estão restritos a sua estrutura.

3.10 Revisão contínua

A revisão contínua dos SMDs pode ser alcançada por meio de diagnósticos, que têm por objetivo avaliar se a medição de desempenho da organização está adequada (ou não) às características inerentes ao método de diagnóstico empregado. Esse diagnóstico normalmente é realizado utilizando-se como instrumento um questionário. Além disso, Bauer et al. (2004) destacam que o resultado de um diagnóstico da medição de desempenho pode ser usado como base para examinar e melhorar a medição de desempenho nas organizações.

Diversos autores, Dixon et al. (1990), Medori e Steeple (2000), Neely (1998) e Bauer et al. (2004), têm pesquisado e elaborado diversos métodos de diagnóstico da medição de desempenho. Tais métodos possuem algumas variantes na sua forma e abrangência de análise. Baseado nisso, Ferraz (2003) fez um levantamento bibliográfico sobre vários métodos, destacando os pontos fortes e fracos de cada um bem como sua abrangência em relação às dimensões da medição de desempenho propostas por Neely et al. (1995). O Quadro 3.5 sintetiza tal levantamento.

QUADRO 3.5 – Características dos métodos de diagnósticos da medição de desempenho

Modelo	Abrangência	Pontos fortes	Pontos fracos
<i>Performance Measurement Record Sheet</i> (PMRS) Neely (1998)	- Medidas de desempenho individuais	- questiona as medidas de desempenho	- trabalhoso para executar - leva certo tempo, dependendo da quantidade de medidas que serão revistas - inviável para um grande número de medidas
<i>Performance Measurement Questionnaire</i> (PMQ)	- Ambiente	- gera <i>insights</i> sobre as forças e fraquezas da organização - considera as medidas de desempenho existentes - identifica <i>gaps</i> e falsos alarmes (seleção de medidas de desempenho)	- é parte de um processo longo e os resultados não são imediatos - envolve muitas pessoas, sendo necessária uma boa preparação antes da aplicação do questionário (conceitos, preenchimento etc.)
<i>Integrated Performance Measurement Framework</i> (IPMF)	- Medidas de desempenho individuais - Ambiente	- considera as medidas de desempenho existentes - identifica <i>gaps</i> e falsos alarmes (seleção de medidas de desempenho) - inclui desenvolvimento de medidas e revisão periódica	- dificuldade em relacionar estratégia com prioridades competitivas - desatualização da <i>Spectrum checklist</i>
<i>Integrated Performance Measurement System</i> (IPMS)	- SMD	- possui um modelo de SMD com algumas características dos novos modelos de SMD - fácil de usar (possui um método passo a passo e <i>checklist</i>) - resultado rápido	- é um modelo de auditoria, não de avaliação
<i>Framework for Auditing and Assessing Non-Financial PMS</i>	- Medidas de desempenho individuais - Ambiente	- fornece várias técnicas de auditoria e avaliação - não são técnicas específicas para medição de desempenho	- não detalha cada técnica - exige que a organização tenha várias técnicas - o processo pode ser muito longo
ISO 9001:2000	- Medidas de desempenho individuais	- fácil de fazer - inclui revisão periódica	- a parte de medição é muito genérica
PNQ	- Medidas de desempenho individuais - Ambiente	- considera o sistema de gestão da organização - a avaliação pelos Primeiros Passos para a Excelência (PP) é fácil	- a parte de medição é muito genérica - a avaliação pela candidatura leva certo tempo
Método Abrangente para diagnóstico da medição de desempenho	- Medidas de desempenho individuais - SMD - Ambiente	- parte das medidas de desempenho existentes - combina métodos de diagnóstico existentes - abrange as três dimensões da medição de desempenho - identifica excesso e falta de medidas de desempenho e verifica a estrutura do SMD - participação de vários níveis hierárquicos	- requer domínio de vários métodos de diagnóstico - é parte de um processo longo e os resultados não são imediatos - envolve muitas pessoas, sendo necessária uma boa preparação (treinamento) antes da aplicação

Fonte: (FERRAZ, 2003, p.6; FERRAZ e MARTINS, 2002, p.7)

Ferraz (2003) observou que os métodos apresentados no Quadro 3.5 tratam somente de parte das dimensões da medição de desempenho, com ênfase nas medidas individuais e, em menor grau, na sua relação com o ambiente. Em virtude da carência de métodos mais abrangentes, essa autora propõe um que integra alguns métodos existentes na literatura para proporcionar um diagnóstico abrangente da medição de desempenho. Tal método é o último do Quadro 3.5.

Do apresentado, percebe-se que as possibilidades em termos de métodos para se revisar a medição de desempenho de uma organização são muitas, e que a escolha é determinada pelo propósito e pelo conhecimento das características dos métodos disponíveis.

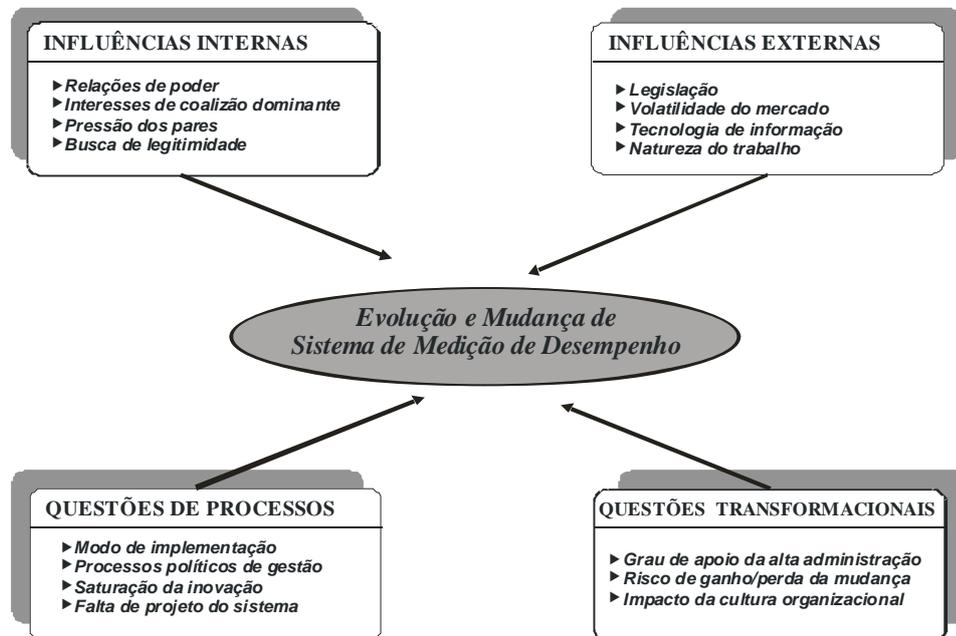
3.11 Dinâmica da Medição de Desempenho

Num sentido mais abrangente, é necessário entender a medição de desempenho como um mecanismo dinâmico que precisa ser adaptado para acompanhar as condições de mudança referentes ao ambiente (interno e externo) e à estratégia organizacional (BITITCI et al., 2000). Attadia e Martins (2003) destacam que a medição de desempenho precisa evoluir harmonicamente com a melhoria contínua.

Waggoner et al. (1999) deduzem, a partir de várias teorias de mudança organizacional, quatro forças que atuam na evolução e mudança dos SMDs: (i) influências internas, por exemplo, relações de poder e interesses da coalizão dominante; (ii) influências externas, por exemplo, legislação e volatilidade do mercado; (iii) assuntos relacionados aos processos, por exemplo, formas de implementação e gestão de processos políticos; e (iv) assuntos relacionados à transformação organizacional, por exemplo, o grau de suporte da alta administração e risco de ganho ou perda da mudança. Essas forças estão associadas aos ambientes externo e interno da medição de desempenho. A Figura 3.16 apresenta esquematicamente essas forças. Existem, além dessas forças, alguns fatores que afetam a evolução da medição de desempenho. Kennerley e Neely (2002) destacam quatro deles:

- processos – existência de processos para revisar, modificar e desdobrar as medidas;
- pessoas – existência de indivíduos com habilidades para usar, refletir, modificar e desdobrar as medidas de desempenho;
- sistema – disponibilidade de um sistema flexível que seja capaz de coletar, analisar e reportar as medidas de desempenho apropriadas; e

- cultura – existência de uma cultura de medição dentro da organização que garanta que o valor da medição, em termos de manutenção das medidas apropriadas, seja valorizado.

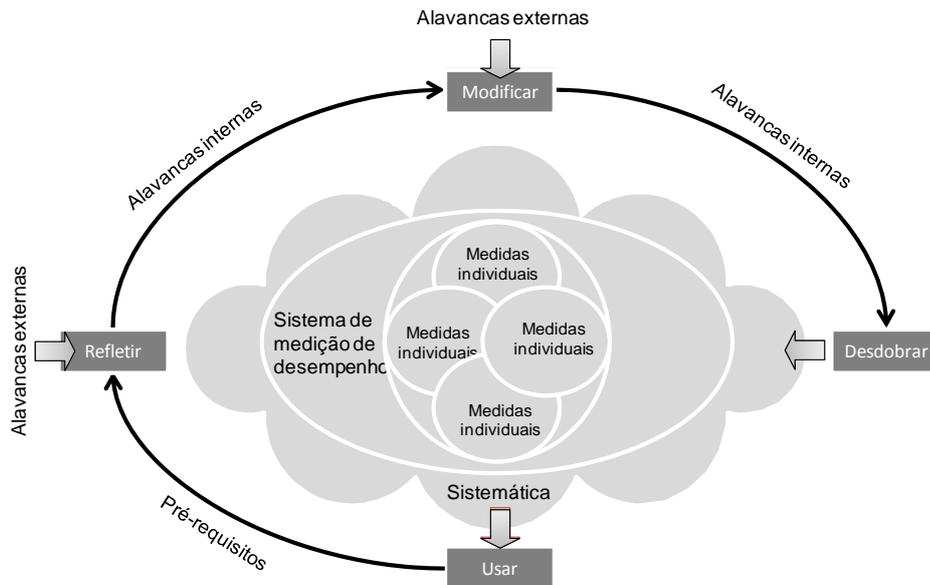


Fonte: Waggoner et al. (1999, p.59)

FIGURA 3.16 – Forças que impactam na evolução e mudança dos SMDs

Tais fatores podem atuar ora como facilitadores (aqueles que impulsionam a mudança) ora como inibidores (aqueles que dificultam a mudança efetiva) ao desenvolvimento das práticas de medição de desempenho. Além disso, esses mesmos autores propõem um processo para administrar um SMD de forma que ele se mantenha fornecendo dados e informações relevantes aos tomadores de decisão na organização. A Figura 3.17 ilustra tal processo. Destaca-se que a sistemática da medição de desempenho permite que os dados sejam coletados, ordenados, analisados, interpretados e disseminados.

O processo tem início com a existência e o uso do sistema de medição de desempenho. Juntamente com alavancas externas, não exemplificadas pelos autores, esse processo, para identificar as falhas e as melhorias possíveis, leva a uma reflexão acerca do sistema de medição de desempenho existente. Em seguida, é conduzida a modificação necessária para assegurar o alinhamento do sistema com as novas contingências. Por fim, é feito um desdobramento do SMD modificado de forma que ele possa ser utilizado na gestão do desempenho da organização.



Fonte: Adaptado de Kennerley e Neely (2002, p.1241)

FIGURA 3.17 –Fatores que afetam a evolução dos SMDs

As quatro forças apresentadas por Waggoner et al. (1999) são externas e internas e podem assumir a função de alavancas (internas e externas) do processo de administração do SMD proposto por Kennerley e Neely (2002). O conjunto formado pelo processo, forças e fatores confere à medição de desempenho uma característica evolucionária e dinâmica, que pode ser avaliada empiricamente.

Sink (1991) destaca que as melhorias dos sistemas são necessárias para garantir a contínua melhoria do desempenho e, de acordo com Johnson e Kaplan (1991), fatores como os apresentados anteriormente contribuem para novas demandas de sistemas de medição de desempenho.

O aspecto dinâmico da medição de desempenho também é destacado por Wettstein e Kueng (2002). Eles propõem um modelo de maturidade da medição de desempenho que é composto por seis dimensões com quatro estágios de evolução, conforme ilustrado no Quadro 3.6. Esse modelo procura descrever os aspectos e requisitos da medição de desempenho para cada uma das dimensões e estágios de maturidade do modelo de Wettstein e Kueng (2002). Nesse sentido, os processos, forças e fatores apresentados por Waggoner et al. (1999) e Kennerly e Neely (2002) compõem o veículo que promove a transição da medição de desempenho ao longo dos estágios e dimensões propostas por Wettstein e Kueng (2002). Vale destacar também que Wettstein e Kueng (2002) sugerem que o modelo deles seja utilizado para que as empresas avaliem onde estão e como elas podem melhorar sua medição de desempenho.

QUADRO 3.6 – Modelo de maturidade para a medição de desempenho

Maturidade / Dimensões	Nível 1 <i>Ad-hoc</i>	Nível 2 Adolescente	Nível 3 Adulto	Nível 4 Maduro
Escopo da medição	Somente indicadores financeiros são considerados	Além dos indicadores financeiros, pequena quantidade de indicadores não-financeiros também é medida, quando possível	São medidos indicadores financeiros e não-financeiros. A medição de desempenho posiciona-se em diferentes níveis organizacionais	São medidos indicadores financeiros e não-financeiros numa base regular. Os indicadores refletem os interesses dos <i>stakeholders</i> . Os processos-chave são medidos de maneira integral
Coleta de dados	A maioria dos dados relevantes é coletada manualmente	Indicadores financeiros são coletados a partir de sistemas de informação operacionais; contudo a intervenção manual ainda é necessária	A coleta dos dados financeiros é completamente automatizada; A coleta de dados não-financeiros necessita de alguma manipulação	Fontes de dados internos e externos são exploradas. Os vários sistemas de tecnologia da informação são integrados. Assim, a coleta de dados não requer intervenção manual
Armazenagem de dados	Os dados de desempenho são armazenados em vários formatos (agendas, planilhas eletrônicas, banco de dados etc.)	Dados de desempenho financeiros são armazenados em um banco de dados central; dados não-financeiros estão dispersos entre as diferentes unidades	Os dados de desempenho relevantes são armazenados em <i>data warehouses</i> usando diferentes formatos	Os dados de desempenho são armazenados em sistemas de tecnologia da informação integrados
Comunicação dos resultados da medição de desempenho	Os resultados do desempenho são disseminados em uma base <i>ad-hoc</i>	Os resultados do desempenho são disseminados periodicamente para a alta administração e a média gerência	Estruturas de comunicação claras são estabelecidas. Cifras não-financeiras são integradas ao relatório. Muitos relatórios são comunicados de forma "puxada"	Indicadores financeiros e não-financeiros são transmitidos para os <i>stakeholders</i> eletronicamente, de forma "puxada" em diferentes níveis de agregação
Uso das medidas de desempenho	Não é definido o uso dos indicadores de desempenho	Os dados de desempenho são usados primariamente para comunicação interna	Os dados de desempenho são usados primariamente para análise do propósito e para comunicação da estratégia e objetivos do <i>staff</i>	Os resultados de desempenho são usados: (1) como um centro de gerenciamento e instrumento de planejamento; (2) para fornecer suporte à comunicação externa da empresa; e (3) para promover o envolvimento das pessoas
Qualidade do processo de medição de desempenho	O processo de medição não está definido; o sucesso depende dos esforços individuais	Existe certo grau de disciplina no processo; o sucesso na execução do processo de medição pode ser repetido	O processo de medição é documentado e padronizado. O processo de medição é complacente com a descrição	São selecionados objetivos quantitativos para o processo de medição. A melhoria contínua surge no processo de medição. Novas tecnologias e práticas são identificadas

Fonte: Wettstein e Kueng (2002, p.120)

Outro aspecto que confere uma natureza dinâmica ao SMD é o ciclo de vida dos produtos, pois, em função da fase do ciclo de vida do produto, a estratégia de manufatura é diferente e, conseqüentemente, as medidas de desempenho que a suportam precisam acompanhar tal desenvolvimento (RICHARDSON e GORDON, 1980). Os mesmos autores apresentam o ciclo de vida dos produtos como marcados por quatro fases e as medidas de desempenho referentes a cada uma:

- lançamento no mercado: nesta fase o produto pode sofrer modificações e as medidas de desempenho associadas a ela são, por exemplo: medidas relacionadas à inovação, flexibilidade, e de reação às necessidades dos clientes;
- crescimento: as vendas aumentam rapidamente e o projeto torna-se padronizado. As medidas se relacionam com a habilidade em entregar produtos suficientes. Por exemplo, capacidade de crescimento produtivo, taxas de utilização da capacidade, registro de atrasos de ordens de produção, falta de estoque, e vendas perdidas;
- maturidade: as vendas tornam-se constantes, as medidas estão voltadas para maximizar a produtividade da força de trabalho e do capital, bem como minimizar os custos. Por exemplo, custo por unidade, saídas por homem-hora, valor adicionado por empregado, e capital utilizado por empregado; e
- queda: as vendas decaem e o produto é substituído por outro.

Uma conseqüência disso é que as decisões estratégicas podem dificultar o *benchmarking* entre unidades de negócio, pois cada uma pode diferir em sua estratégia. Além disso, acompanhar o ciclo de vida dos produtos individualmente exige uma TI bem estruturada.

3.12 Considerações finais sobre a medição de desempenho

A revisão bibliográfica efetuada sobre medição de desempenho até esta etapa permite descrevê-la conforme ilustrado na Figura 3.18. Nela, pode-se observar os seguintes elementos: medidas individuais, conjunto de medidas, sistema de medição de desempenho e a sistemática da medição de desempenho.

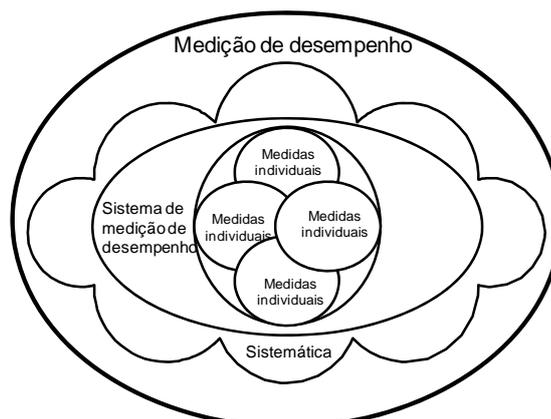


FIGURA 3.18 – Visão sistêmica da medição de desempenho

Também foi observado, a partir da revisão bibliográfica efetuada sobre medição de desempenho até esta etapa, que existem alguns elementos presentes na medição de desempenho que podem influenciar o desenvolvimento das atividades de melhoria, representadas pelos projetos seis sigma. Esses elementos estão ilustrados na Figura 3.6 sob a forma de condições necessárias e suficientes de um SMD que podem influenciar os projetos seis sigma, conforme ilustrado na Figura 3.19.

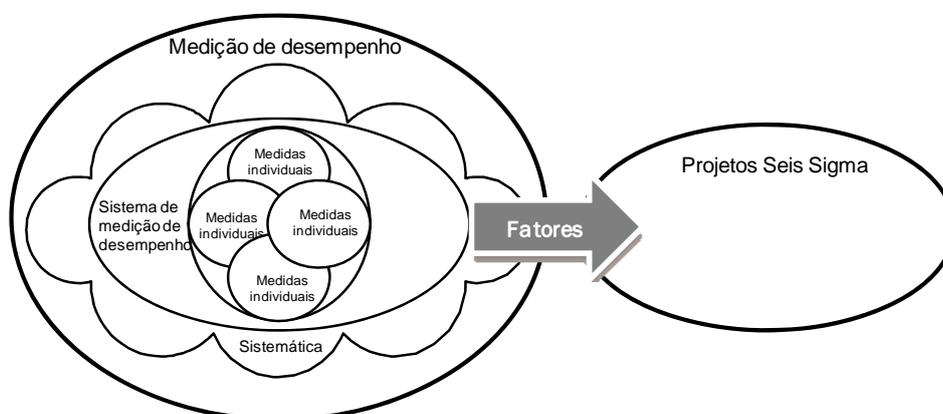


FIGURA 3.19 – Visão parcial do relacionamento entre SMD e projetos seis sigma

3.13 Medição de desempenho como suporte ao Seis Sigma

Um dos primeiros propósitos da medição de desempenho é permitir a gestão baseada em fatos e dados, ou seja, uma gestão que se move da intuição e dos pressentimentos para análises baseadas em fatos e dados (SIMONS, 2000). Isto, segundo Eckes (2001), é um dos princípios do Seis Sigma. Os gerentes precisam entender os processos pelos quais as

entradas são convertidas em saídas, podendo usar, por exemplo, o SIPOC para representar tal relacionamento. Esse entendimento é necessário, segundo Simons (2000), para que os gerentes se tornem responsáveis por garantir que: (1) as entradas sejam apropriadas em termos de qualidade e quantidade; (2) o processo de transformação seja eficiente; e (3) as saídas encontrem as especificações.

Em Juran (1989) e Simons (2000), são destacados dois componentes do modelo tradicional de processo: (1) um padrão ou *benchmark* para que o desempenho atual seja comparado com ele; e (2) um canal de *feedback* para permitir que a informação das discrepâncias possa ser comunicada e ações coerentes possam ser tomadas.

Um padrão ou *benchmark* de saída é uma representação formal das expectativas. No entanto, apenas tê-lo não é o suficiente. É necessário que os resultados sejam usados para que as entradas ou o processo possam ser ajustados, de modo que os resultados possam atingir as expectativas. Ou seja, é preciso que exista um canal de *feedback* para que as fontes que influenciaram os resultados possam ser reguladas (SIMONS, 2000). Destaca-se que os sistemas de controle também são projetados para prevenir desvios em vez de somente reagir a problemas (ANTHONY e GOVINDARAJAN, 2003).

O uso da informação para o *feedback* requer escolhas sobre o que monitorar e medir. Os gerentes podem focar a atenção nas entradas, no processo, e nas saídas (SIMONS, 2000). Isso pode ser relacionado, principalmente, aos propósitos de controle, melhoria contínua reativa e melhoria contínua pró-ativa do uso da informação da medição de desempenho, que foram apresentados por Martins (2000).

Para auxiliar a melhoria do desempenho, a medição de desempenho precisa ser compreendida pelos aspectos “mecânico” e “motivacional”. Nesse sentido, é preciso considerar que um sistema de controle possui quatro elementos: percepção, avaliação, seleção e ação. Por exemplo, a temperatura de um quarto é percebida pelo sistema de controle, ela é avaliada em relação a uma temperatura ideal pré-estabelecida, o sinal apropriado é selecionado e enviado para o sistema de ar-condicionado, este age para tentar corrigir alguma deficiência na temperatura do quarto (ROBSON, 2004).

O “aspecto mecânico” relaciona a medição de desempenho como parte da gestão dos sistemas de controle. O sistema de medição de desempenho pode ser usado como um meio de “percepção” do nível atual de desempenho. Nesse sentido, o mecanismo do sistema de controle deve ter no mínimo uma regra que defina onde o valor de comparação pode ser identificado, como avaliar a informação, quando agir e qual tipo de ação é requerida. A medição de desempenho toma um papel importante nesta perspectiva, pois, em teoria,

qualquer medida de desempenho poderia ser utilizada como parte do sistema de controle. Contudo, se a medida não está sendo usada efetivamente para implementar ações que controlem ou melhorem o desempenho, não importa o quão útil ela potencialmente pode ser, ela pode estar incorrendo num custo desnecessário. Pelo “aspecto motivacional”, a medição de desempenho como parte de um sistema de controle pode afetar o comportamento e a motivação das pessoas. É importante entender que uma pessoa pode agir como um completo sistema de controle, pois ela pode: perceber, avaliar, selecionar e agir. No caso das pessoas, o tempo todo tais processos são separados, mais barreiras e ineficiências vão sendo incorporadas no sistema. Essas barreiras não estão simplesmente na comunicação, elas podem ter efeitos emocionais consideráveis. Além disso, a medição como parte dos sistemas de controle pode ser usada para criar motivação extrínseca, por conectar prêmios ou punições para um dado nível mensurável de desempenho (ROBSON, 2004).

A medição de desempenho pode criar uma deterioração no desempenho. Um sistema de controle pode ser considerado um requerimento essencial no processo de melhoria, isso não assume que todo sistema de controle deverá ter uma ação de melhoria. Os erros mais comuns causados pela medição de desempenho que promovem deterioração no desempenho são relativos a regras inapropriadas. É necessário que se considere que um desempenho pobre para um dado período pode ser simplesmente função da variação natural do sistema. Poucos sistemas de medição de desempenho consideram isso.

Robson (2004) destaca que medidas de desempenho excessivas, poucas ou inadequadas podem facilmente criar uma deterioração no desempenho global. Nesse sentido, esse autor destaca que uma abordagem mais efetiva seria identificar o mínimo de medidas de desempenho que poderiam revelar se o desempenho global de um processo está aceitável ou não.

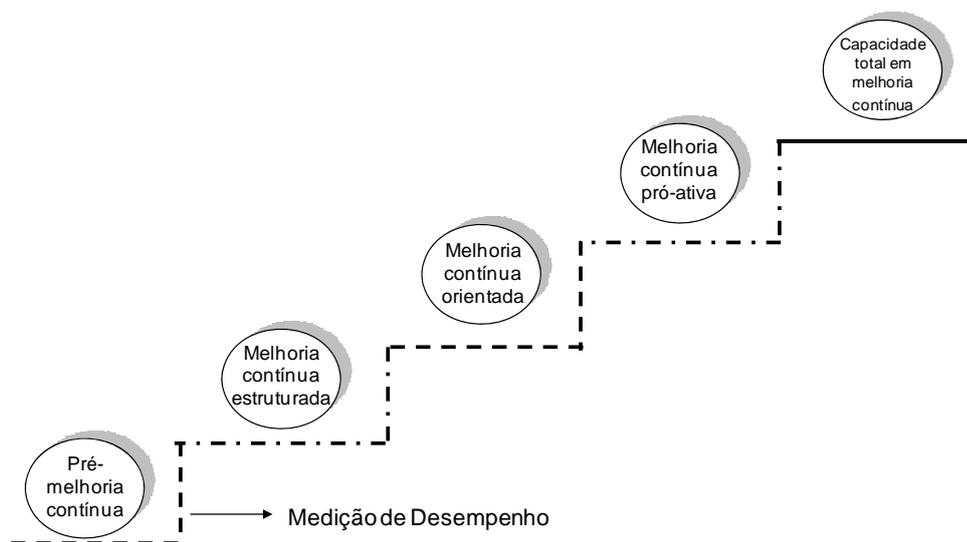
A medição de desempenho não conduz necessariamente à melhoria do desempenho. Para ser útil, a medição de desempenho precisa ser parte de um conjunto de sistemas de controle que necessitam ser cuidadosamente e especificamente projetados para melhorar o desempenho global (ROBSON, 2004).

O controle (do uso para) é parte do modelo de processo apresentado por Simons (2000), e são as análises feitas nesse sistema que indicam se uma melhoria será necessária. Nesse sentido, programas de melhoria como o Seis Sigma, por exemplo, são parte da estrutura formada para investigação e atuação no sistema para que ele seja restabelecido.

Enfim, os processos de negócio, para serem melhorados, necessitam de *feedback* cíclico (BHUIYAN e BAGHEL, 2005). O *feedback* faz parte dos sistemas de

controle e um dos propósitos do controle é permitir a gestão baseada em fatos e dados (SIMONS, 2000, p.57). Nesse mesmo sentido, Smith (2001) destaca que a medição de desempenho atua como um mecanismo de *feedback* que orienta as ações de melhoria das equipes, portanto, faz parte desse controle. Logo, para que a melhoria possa acontecer de forma adequada, é necessário que existam dados que, por sua vez, são provenientes da medição de desempenho.

Com o objetivo de promover uma orientação para a estruturação da medição de desempenho em função da melhoria contínua, Attadia e Martins (2003) apresentam uma discussão teórica sobre as formas pelas quais a medição de desempenho pode suportar o processo de melhoria contínua. A Figura 3.20 representa a medição de desempenho como suporte ao processo de melhoria contínua; e o Quadro 3.7, as características desejáveis da medição de desempenho para suportar os níveis de melhoria contínua.



Fonte: Attadia e Martins (2003, p.40)

FIGURA 3.20 – Medição de desempenho como suporte à melhoria contínua

A pesquisa de Attadia e Martins (2003) foi feita com base nos níveis de maturidade de melhoria contínua levantados por Bessant et al. (2001). Apesar de apresentar uma contribuição teórica importante para o tema, a proposta de Attadia e Martins (2003), além de reforçar o papel evolucionário da medição de desempenho no processo de melhoria contínua, apenas aponta para algumas características relevantes para os níveis de maturidade. Tal proposta não entra em detalhes sobre como a medição necessita ser estruturada para abordagens de melhorias específicas como a do Seis Sigma, que, por ser um programa com forte orientação estratégica, deveria se enquadrar no mínimo no nível de melhoria contínua orientada.

QUADRO 3.7 – Medição de desempenho no suporte à melhoria contínua

Nível de melhoria contínua	Medição de desempenho
Pré-melhoria contínua	<ul style="list-style-type: none"> • Recorte: medidas individuais • Finalidade: monitoramento de atividades específicas • Características: medidas locais (específicas para uma determinada atividade)
Melhoria contínua estruturada	<ul style="list-style-type: none"> • Recorte: conjunto de medidas de desempenho • Finalidade: controle dos processos (atividades e resultados) • Características: medidas não-financeiras de entrada e saída
Melhoria contínua orientada	<ul style="list-style-type: none"> • Recorte: sistema de medição do desempenho • Finalidade: implementação de melhorias reativas • Características: medidas financeiras e não-financeiras balanceadas, e alinhadas funcionalmente
Melhoria contínua pró-ativa	<ul style="list-style-type: none"> • Recorte: sistema de medição de desempenho coerente com o ambiente • Finalidade: implementação de melhorias pró-ativas • Características: medidas financeiras e não-financeiras balanceadas, alinhadas funcionalmente e ligadas por relações de causa e efeito. Medidas de satisfação dos <i>stakeholders</i> e medidas de desempenho preditivas
Capacidade total de melhoria contínua	<ul style="list-style-type: none"> • Recorte: sistema de medição de desempenho voltado para o aprendizado • Finalidade: implementação de mudanças ou transformações no negócio • Características: medidas de desempenho sobre os aspectos intangíveis do negócio (competências e capacidades organizacionais)

Fonte: Attadia e Martins (2003, p.40)

O modelo de maturidade da melhoria contínua de Bessant et al. (2001) expõe a existência de um ambiente facilitador para que a melhoria contínua possa evoluir. Attadia e Martins (2003) destacam que existem certas características da medição de desempenho que podem suportar os níveis de maturidade da melhoria contínua. Nesse sentido, a medição de desempenho pode ser entendida como um fator necessário, não um fator suficiente, para a evolução da melhoria contínua. Essa afirmação é corroborada por Martins e Miranda (2005) e Martins et al. (2006b). Por sua vez, não é tão simples alcançar a evolução da melhoria contínua, pois a medição de desempenho também depende de fatores para que ela possa evoluir, conforme já apresentado no item “dinâmica da medição de desempenho”. Além disso, a proposta de Wettstein e Kueng (2002) deixa claro que a medição de desempenho também possui níveis de maturidade, o que torna o processo de evolução da melhoria contínua dependente de fatores diretos (medição de desempenho) e indiretos (fatores que promovem a evolução da medição de desempenho e outros associados à própria necessidade de melhoria contínua).

Em virtude da quantidade de variáveis envolvidas na evolução dos vários estágios de melhoria contínua, torna-se essencial que seja feito um recorte sobre uma

abordagem de melhoria específica. Pelos motivos já apresentados, a abordagem de melhoria contínua escolhida para o estudo é a do programa Seis Sigma.

O programa Seis Sigma, conforme já apresentado, possui certos elementos que o distinguem de muitas outras abordagens. Entre eles estão: a forte orientação pela métrica, a presença de pessoas treinadas pertencentes a uma hierarquia formal e a utilização de um ciclo direcionador para as atividades de melhoria.

Em relação à forte orientação pela métrica e à presença de pessoas treinadas pertencentes a uma hierarquia formal, Bititci e Nudurupati (2002) destacam que os objetivos da melhoria contínua variam de acordo com os níveis hierárquicos. Para os investidores, significa melhorar os resultados financeiros; para a alta administração, ela está voltada para melhorar os resultados do negócio; para a média gerência, ela é para melhorar os processos; e para o nível operacional, ela é para melhorar as atividades e funções nas quais tais pessoas estão envolvidas. Nesse sentido, os mesmos autores ainda destacam que, para alcançar esses diferentes objetivos (e então alcançar melhoria contínua), o sistema de medição de desempenho precisa apoiar as seguintes ações:

- identificar as áreas que necessitam de melhoria;
- diagnosticar e analisar as causas do baixo desempenho;
- planejar e implementar as mudanças necessárias para melhorar o desempenho de uma maneira mensurável;
- monitorar os resultados para verificar se eles alcançaram os resultados esperados; e
- desenvolver um sistema de controle cíclico para promover a melhoria contínua.

Segundo Kwak e Anbari (2006), o Seis Sigma vem sendo amplamente difundido nas organizações pelo fato de ele promover a ligação dos esforços de melhoria com os benefícios financeiros, e isso promove uma clara ligação com os objetivos do negócio. E, conseqüentemente, faz com que os objetivos de desempenho possam ser desdobrados tanto vertical quanto horizontalmente entre vários níveis hierárquicos e processos. Isso porque o nível de conhecimento das equipes em termos estatísticos faz com que os relacionamentos de causa-e-efeito sejam explorados de forma mais estruturada do que em outras abordagens de melhoria. Isso possibilita que os vários níveis hierárquicos possam entender melhor como suas saídas influenciam a entrada dos outros até o nível superior, em que as CTQs são transformadas em dinheiro, que é a linguagem da alta administração.

A utilização do método direcionador DMAIC para o desenvolvimento dos projetos de melhoria exige que a medição de desempenho esteja adequada para suprir a necessidade de cada fase desse método. Ou seja, o papel da medição de desempenho muda ao longo do desenvolvimento dos projetos seis sigma (MARTINS et al., 2006b; MARTINS et al., 2006c). A seguir, segundo Martins et al. (2006b) e Martins et al. (2006c), são descritas algumas necessidades das fases do DMAIC.

Na fase de seleção e priorização dos projetos de melhoria, que pode acontecer antes ou durante a fase *Define*, o SMD precisa fornecer informações relevantes sobre as CTQs que são mais importantes tanto para o cliente quanto para a estratégia para que, assim, os projetos seis sigma sejam iniciados.

Na fase *Define*, é crítico escolher “o que medir” levando em conta a CTQ dos *stakeholders* porque as medidas de desempenho influenciarão todo o projeto. Se a medida de desempenho não corresponde bem à demanda dos *stakeholders*, provavelmente o resultado final não será a criação de valor. Vale notar que o *portfolio* (carteira) de projetos seis sigma precisa estar intimamente relacionado às CTQs. Além disso, segundo Martins e Mergulhão (2006), o sistema de custeio necessita fornecer informações precisas em relação à alocação dos custos indiretos para que a estimativa dos ganhos financeiros de cada projeto seis sigma seja realística.

Na fase *Measure*, a confiabilidade das medidas de desempenho torna-se crítica. Durante essa fase, algumas vezes, as pessoas podem não confiar nos dados disponíveis nos sistemas de informação e podem decidir por coletar novos dados para desenvolver o projeto. Isso atrasa o projeto e prejudica a eficiência dele. Não se trata de um problema de tecnologia da informação, mas da falta de uma cultura organizacional voltada para a medição de desempenho. As pessoas que coletam os dados podem não se preocupar com a confiabilidade deles. Nesta fase, a escolha do que medir é tão importante quanto a confiabilidade dos dados. Uma escolha incorreta pode invalidar os esforços de melhoria ou exigir que as pessoas coletem outros dados posteriormente. Isso ou afeta os resultados financeiros esperados do projeto ou aumenta o tempo para se alcançá-los. O conhecimento do processo é um fator-chave para se evitar a escolha de medidas de desempenho erradas. O conhecimento do processo também é evidenciado por Martins et al. (2006a) como um fator facilitador no desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Na fase *Analyse*, o uso das medidas de desempenho é dependente das fases anteriores, uma vez que a análise é conduzida sobre as medidas de desempenho obtidas na fase *Measure*. A utilização de técnicas de análise é marcante nessa fase, e mais dados podem

ser coletados para investigação das principais variáveis envolvidas com os resultados do desempenho das CTQs. Com isso, caso a medição de desempenho não tenha as principais causas monitoradas, mais uma vez será necessária uma medição de desempenho *ad-hoc*.

A fase *Improve* é dependente das fases precedentes. Nela o processo é modificado para que atinja novos patamares de desempenho. Com isso, as medidas de desempenho precisam ser revistas para que continuem sendo relevantes para a nova realidade do processo modificado.

Na fase *Control*, podem ser criados meios de controle que podem implicar no monitoramento de mais medidas de desempenho, que podem ficar restritas ao processo ou ser incorporadas ao SMD da organização. Nessa etapa, existe a necessidade de avaliação dos ganhos em termos financeiros para se comparar com a estimativa inicial, portanto medidas de desempenho financeiras e não-financeiras são necessárias. Nessa fase, pode ocorrer discordância entre os donos dos processos e os clientes internos deles, porque pode existir um intensivo *follow-up* por parte desses clientes.

Conforme apresentado, cada fase do DMAIC apresenta propósitos de uso diferentes e, segundo Martins (2000), isso faz com que a sistemática da medição de desempenho precise ser adaptada a cada etapa, pois ela exerce papel fundamental no apoio aos projetos seis sigma, que são direcionados por equipes treinadas no Seis Sigma.

Bititci e Nudurupati (2002) alertam para dois aspectos sobre a utilização das medidas de desempenho no apoio à melhoria contínua: no nível da alta administração, existem poucas medidas (comumente de *lagging*), sendo fácil gerenciar como elas são medidas numa frequência mensal e anual; e no nível operacional, existem muitas medidas (comumente de *leading*), sendo difícil gerenciar como elas são medidas numa frequência horária e diária.

Os mesmos autores destacam que a melhoria da qualidade depende dos indicadores de *leading* e *lagging*. Por isso, diversos métodos e técnicas da qualidade necessitam ser integrados com as estruturas de medição de desempenho. Contudo, eles destacam que isso não é suficiente devido à quantidade de esforço requerido para monitorar as medidas no nível operacional. Com isso, o papel da TI pode melhorar o suporte da medição de desempenho à melhoria contínua, eliminando alguns desses problemas.

Pande et al. (2002) destacam que, com base em “bons” dados e medidas de desempenho dos processos, tais como rendimento, DPMO ou nível sigma, desde que a medição de desempenho cubra os processos fundamentais focalizados nos clientes, a organização poderá procurar áreas com maiores lacunas para melhorar o desempenho delas.

Além disso, as medidas de desempenho adequadas fornecem uma dianteira para iniciar projetos com mais rapidez, pois parte dos dados já estarão disponíveis, ou seja, a empresa se torna mais responsiva.

Nesse sentido, Sanders e Hild (2000) sugerem que a necessidade de a medição de desempenho se estabelecer de forma relevante e representativa da gestão de processos é um comportamento desejável para uma organização que busca o Seis Sigma como abordagem de melhoria dirigida pelos dados. As medidas de desempenho das funções bem como os relatórios gerenciais precisam estar subordinados às medidas de processos para que o propósito da gestão de processos seja atingido. Por exemplo, na avaliação de uma divisão de uma companhia de seguros, um indicador típico seria horas por caso e dólares por caso avaliado. No entanto, esses indicadores podem não permitir o entendimento das causas de ineficiência ou ineficácia do processo que os gera.

Na mesma linha da recomendação do uso da gestão por processos apresentada por Sanders e Hild (2000), Hammer (2002) destaca que a seleção e a priorização dos projetos seis sigma deveriam ser acionadas pelos donos dos processos.

Além do que foi apresentado anteriormente sobre o relacionamento entre a medição de desempenho e a melhoria contínua, a perspectiva da medição de desempenho como sendo parte dos sistemas de controle torna-se de elevada importância para a presente pesquisa. Por isso, ela será tratada a seguir. As organizações possuem vários sistemas de controle, cada um com sua própria estrutura interna formada pelos elementos de percepção, avaliação, seleção e ação. Pode-se dizer que o que diferencia um sistema de controle de outro é a lógica envolvida no desenvolvimento desses quatro elementos.

Os diferentes níveis de maturidade da melhoria contínua, os quais, de forma indireta, estão associados aos diferentes níveis de maturidade da medição de desempenho, conduzem a diferentes tipos de lógica para os sistemas de controle. Ou seja, quanto melhor estruturada a organização estiver em termos de melhoria contínua, melhores serão as ações para controle e melhoria dos processos. Com isso, a lógica dos sistemas de controle é influenciada pela maturidade da melhoria contínua.

Dentro do recorte da presente tese, é possível associar os elementos de percepção, avaliação e seleção à medição de desempenho, enquanto que o elemento ação está associado à abordagem de melhoria que o sistema de controle irá acionar para ajustar uma determinada medida de desempenho. Nesse caso, o recorte em termos do elemento de ação é realizado pelos projetos seis sigma.

Conforme apresentado, o Seis Sigma possui uma estrutura que busca uma melhoria diferenciada, e isso faz com que ele tenha necessidades diferentes em termos de medição de desempenho ao longo da ação para correção do resultado do sistema. Com isso, quando um sistema de controle é acionado e, conseqüentemente, uma ação parte como tentativa de correção de um problema, dois tipos de *feedbacks* podem surgir: o primeiro, conforme já apresentado, é o que fornece informações para correção da variável problemática e o segundo está relacionado às necessidades de informações para a tomada de ação sobre o sistema. Isso gera uma oportunidade para o SMD da empresa ser melhorado à medida que as ações dos projetos seis sigma geram informações voltadas para o propósito da melhoria.

Enfim, a partir da revisão dos temas Seis Sigma e medição de desempenho, observa-se que existe um relacionamento entre esses dois assuntos na medida em que o primeiro oferece alguns elementos, sob a forma de um SMD, que podem auxiliar o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Por outro lado, o desenvolvimento de projetos seis sigma também requer um SMD que atenda às necessidades de informação dos *Belts*. Estas são: existência de medidas de desempenho Seis Sigma; existência de um relacionamento causal detalhado, uma vez que os projetos são desenvolvidos para melhorar os processos; informações precisas; e um relacionamento confiável entre as medidas financeiras e não-financeiras. Isso acarreta uma influência mútua que pode ser representada na Figura 3.21.

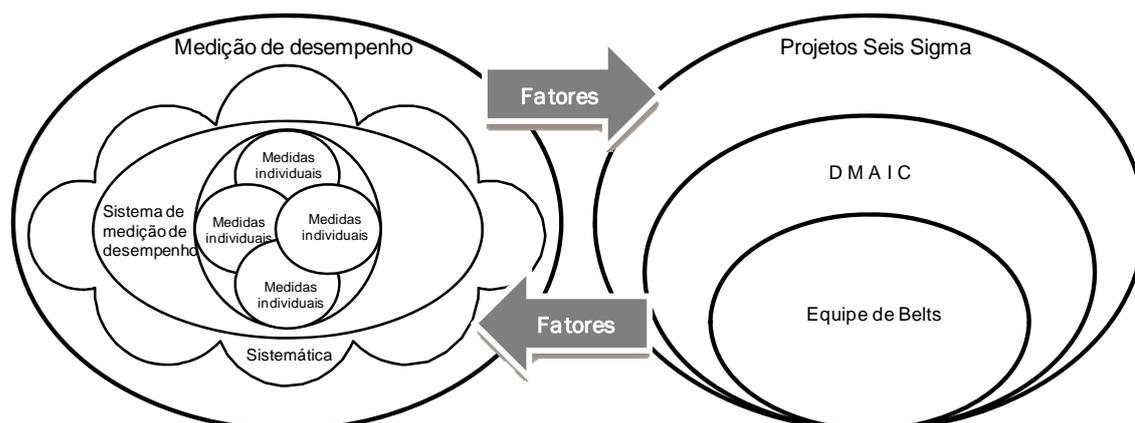


FIGURA 3.21 – Relacionamento entre SMD e projetos seis sigma

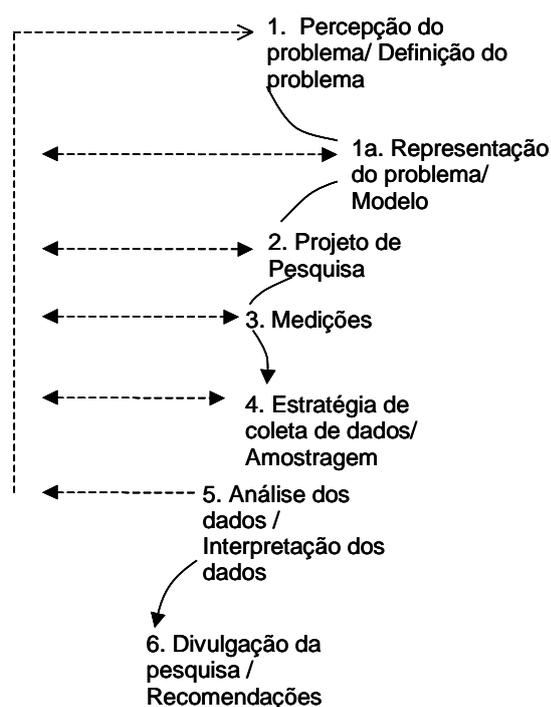
Nesse sentido, investigar a influência da medição de desempenho nos projetos seis sigma, procurando destacar os fatores relacionados à medição de desempenho encontrados no desenvolvimento dos projetos seis sigma, torna-se relevante.

4 PESQUISA DE CAMPO

Neste capítulo, são discutidos alguns aspectos metodológicos necessários ao desenvolvimento da pesquisa para que o objetivo da mesma seja atingido. Por fim, os estudos de caso realizados são apresentados.

4.1 O Processo de Pesquisa

A pesquisa é um processo de atividades inter-relacionadas no espaço e no tempo. Apresenta-se, na Figura 4.1, o modelo proposto por Ghauri et al. (1994) para a condução de uma pesquisa.



Fonte: Ghauri et al. (1994)

FIGURA 4.1 – O processo de pesquisa

De acordo com esse modelo, as seguintes observações podem ser feitas:

- Na etapa (1), o ponto de partida de uma pesquisa é o problema a ser estudado, ou seja, como o problema é percebido e definido, representado no modelo pelo item (1a);

- No item (2), é descrita a escolha da estratégia para coletar as informações necessárias;
- No item (3), tem-se o estágio que está relacionado com as atividades de desenvolvimento das medições;
- No item (4), são apresentadas as estratégias para a coleta de dados necessários;
- Na etapa (5), os dados coletados devem ser processados, analisados e interpretados; e
- Finalmente, na etapa (6), os resultados devem ser comunicados e utilizados.

O processo de pesquisa é responsável por estabelecer a lógica que liga os dados a serem coletados à questão inicial da pesquisa, que, para a presente tese é: Quais são os fatores relacionados à medição de desempenho que afetam o desenvolvimento dos projetos seis sigma?

O processo de pesquisa é conduzido por um método de pesquisa adequado, que trata de um plano de ação para responder à questão inicial, guiando o pesquisador no processo de coleta, análise e interpretação das observações. Ou seja, pode ser entendido como um modelo lógico que permite ao pesquisador coletar informações sobre as relações causais entre as variáveis sob investigação.

Alguns elementos precisam ser estabelecidos para que o processo de pesquisa seja desenvolvido adequadamente. Entre eles, estão o tipo de argumentação lógica, a abordagem de pesquisa e o método de procedimento com suas particularidades. A seguir, algumas escolhas referentes a esses elementos são apresentadas no contexto da presente tese.

4.2 Tipo de Argumentação Lógica

O tipo de argumentação lógica enfatiza a construção de um saber válido, mesmo que provisório. A seguir, são apresentados alguns tipos de argumentação lógica e a relevância deles para esta tese.

O método indutivista é caracterizado pela geração de teoria a partir da mensuração. A teoria gerada, para ter validade, necessita ser testada em um grande número de casos, sob uma ampla variedade de circunstâncias (CHALMERS, 1995). No

entanto, além da busca pela generalização estatística sugerida por esse método, autores como Voss et al. (2002) e Yin (2001) destacam que, em algumas situações, a indução, mesmo que em um pequeno número de casos, pode conduzir a uma generalização analítica, a qual é adequada para a presente tese.

O falsificacionismo propõe que as teorias precisam ser rigorosas e inexoravelmente testadas por observação e experimento, sendo que aquelas que não resistem a esses testes devem ser eliminadas e substituídas (CHALMERS, 1995). Como é inviável ao pesquisador, por questões de acesso, manipular o objeto de estudo (as empresas em estudo) para se executar testes, o falsificacionismo torna-se inadequado.

Outro método é por meio do programa de pesquisa lakatosiano, que consiste em uma heurística (estrutura que fornece orientação) para a pesquisa. Essa heurística pode ser negativa ou positiva. A negativa exige que, durante o desenvolvimento do programa, o núcleo irreduzível (hipótese teórica geral que constitui a base a partir da qual o programa deve se desenvolver) deve permanecer intacto. Esse núcleo é protegido contra falsificações por um "cinturão protetor" de hipóteses auxiliares e condições iniciais. Já a heurística positiva permite que se modifique o cinturão protetor "refutável", para que alguns fenômenos possam ser explicados (CHALMERS, 1995). Dessa forma, ao se considerar que a hipótese básica da pesquisa afirma que a medição de desempenho exerce suporte às atividades de melhoria contínua – representadas pelos projetos seis sigma, o programa de pesquisa lakatosiano torna-se adequado à proposta do trabalho. Essa hipótese básica da pesquisa, que pode ser considerada como o núcleo irreduzível do trabalho, é reforçada por trabalhos desenvolvidos como os de Attadia e Martins (2003) e Martins e Miranda (2005).

O último tipo de argumentação lógica abordado aqui é o de Thomas Kuhn, que descreve a teoria sendo estruturada sobre o conceito de paradigma. Segundo Alves (1995), a visão proposta por Kuhn é um processo complexo que estabelece que, quando uma teoria deixa de cumprir o prometido ou cumpre apenas parte de suas promessas, ela é abandonada e outra teoria mais eficaz é criada, dando origem a um novo paradigma. Como o objetivo da tese não está vinculado ao rompimento de um paradigma, mas sim a uma análise explanatória que procura relacionar os temas medição de desempenho e melhoria contínua (sob a forma de projetos seis sigma), esse método torna-se inadequado para a presente tese.

4.3 Abordagem da Pesquisa

As abordagens de pesquisa, que podem ser quantitativa ou qualitativa, conduzem o processo de investigação como forma de aproximação e focalização do fenômeno que se pretende estudar. A abordagem ainda conduz à identificação dos métodos e tipos de pesquisa adequados na busca das soluções desejadas (BERTO e NAKANO, 1999).

A pesquisa quantitativa concentra-se num conjunto de variáveis de pesquisa bem definidas, sendo dada menor atenção ao contexto e feita uma análise estática por meio das relações entre as variáveis. Além disso, a realidade é vista como uma série de fatos que podem ser medidos objetivamente e desvendados pelo pesquisador (BRYMAN, 1989). Nesse tipo de abordagem, o pesquisador é a fonte do saber.

A pesquisa qualitativa concentra-se na interpretação do indivíduo sobre o fenômeno estudado, dando maior atenção ao contexto, o que facilita o entendimento do pesquisador sobre como funciona o fenômeno. Além disso, a realidade é construída pelos indivíduos envolvidos na pesquisa (BRYMAN, 1989). Nesse tipo de abordagem, o pesquisador não é a fonte do saber.

O fenômeno a ser pesquisado, que trata da influência da medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma, possui uma carência de trabalhos empíricos e de teorias que possam explicar profundamente os fatores que regem esse relacionamento. Considerando que o relacionamento desses dois temas ocorre dentro das organizações, que, por sua vez, são constituídas por indivíduos, a análise qualitativa torna-se mais adequada na medida em que ela procura na perspectiva dos participantes (desenvolvedores dos projetos seis sigma) a compreensão e a modelagem do fenômeno em questão.

4.4 Método de Procedimento

Os métodos de procedimento devem ser pensados como uma estrutura e orientação geral para condução de uma investigação (BRYMAN, 1989). A literatura pesquisada apresenta diversos tipos de métodos de procedimentos utilizados na realização de uma pesquisa, cada qual com diferentes enfoques para a coleta e a análise dos dados (YIN, 2001). No Quadro 4.1, uma síntese de alguns métodos de

procedimento é apresentada, seguida de uma análise da relevância de cada um para o escopo desta tese.

Como a presente tese objetiva captar as perspectivas dos indivíduos a respeito do fenômeno em estudo (influência da medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma) e não possui teoria bem consolidada (em termos de variáveis bem definidas) sobre o relacionamento da medição de desempenho com os projetos seis sigma, os métodos *survey*, modelagem/simulação e experimentos tornam-se inadequados para a proposta do trabalho.

QUADRO 4.1 – Tipos de métodos de procedimentos

Método de procedimento	Características
<i>Survey</i> Bryman (1989); Forza (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste na coleta de dados efetuada por questionários com perguntas estruturadas; • Utiliza a coleta de dados de indivíduos sobre eles mesmos ou sobre a unidade a que pertencem para que se possa testar o relacionamento entre algumas variáveis previamente definidas; • Necessita de uma base teórica consistente; e • É tipicamente quantitativo.
Modelagem/Simulação Berends e Romme (1999); Bertrand e Fransoo (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste na construção de um modelo representativo de um sistema real; • Possibilita que variáveis possam ser manipuladas para que sejam obtidas previsões a respeito do comportamento do sistema real; e • É tipicamente quantitativo.
Experimentos Bryman (1989)	<ul style="list-style-type: none"> • São realizados em grupos de indivíduos (no caso da pesquisa organizacional); • Objetiva o estabelecimento de relações de causa-e-efeito entre as variáveis dependentes e independentes; e • O pesquisador tem controle sobre as variáveis dependentes .
Pesquisa-ação Thiollent (1997); Coughlan e Coghlan (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste na utilização da abordagem científica para resolução de questões organizacionais num processo cíclico de planejamento, ação e avaliação; e • Existe interação entre pesquisadores e membros representativos da situação investigada.
Estudo de Caso Yin (2001); Bryman (1989); Voss et al. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • O foco está na perspectiva dos indivíduos e no contexto; • Ênfase em fenômeno contemporâneo dentro de seu ambiente natural; • Útil quando os limites entre o fenômeno e seu ambiente não estão bem definidos; • O pesquisador define o que deve e o que não deve ser levado em consideração na coleta de dados; e • Usa fontes de dados qualitativas, tais como: entrevistas, observações diretas e análise de documentos.

Fonte: Elaborado pelo autor

A pesquisa-ação é inadequada porque requer, em atividades dentro da organização estudada, intensa participação do pesquisador junto aos membros da

organização. Isso porque nenhuma organização disponibilizou-se a permitir a presença do pesquisador por um longo período de tempo na empresa.

Como a pesquisa caracteriza-se pela carência de trabalhos empíricos detalhados sobre o relacionamento entre medição de desempenho e atividades de melhoria contínua (na forma de projetos seis sigma), a necessidade de um estudo amplo, que possa captar a visão de diferentes pessoas envolvidas com ambos os temas, faz-se essencial. Ou seja, a pesquisa trata de investigar um fenômeno contemporâneo que está sob a perspectiva dos indivíduos e o contexto das empresas. Portanto, o método de procedimento mais adequado para a pesquisa é o do estudo de caso. A seguir, efetua-se um detalhamento desse método.

Um estudo de caso pode ainda apresentar, de acordo com Yin (2001), três formas: descritivo, exploratório e explanatório. O descritivo trata da narrativa de uma determinada pesquisa sobre o fenômeno estudado. O exploratório é utilizado no desenvolvimento de novas teorias, quando ainda não está claro o que estudar. Finalmente, o explanatório considera que já existe um referencial teórico e procura explicá-lo melhor por meio de pesquisa empírica. Dentre eles o explanatório é o mais adequado, pois procura explicar melhor a influência da medição de desempenho no desenvolvimento de projetos seis sigma.

Além das propostas anteriores, segundo Yin (2001), o estudo de caso pode ainda assumir dois tipos: único e múltiplos. A utilização de um caso único é recomendada quando o caso estudado é crítico para testar uma teoria, quando o caso é raro ou único ou o propósito é a revelação.

No tipo múltiplos, as vantagens apresentadas são: maior abrangência, possibilidade de comparação entre os casos e facilidade de replicação. Contudo, as desvantagens do tipo múltiplos são a necessidade de mais recursos e de tempo do pesquisador. Em Voss et al. (2002), é destacado que, no estudo de caso único, existe uma maior oportunidade de aprofundamento da pesquisa, mas ocorre limitação quanto à generalização analítica das conclusões e teorias geradas, riscos os quais podem ser atenuados na comparação entre os dados e os eventos ao se utilizar múltiplos estudos de caso.

Para a presente pesquisa, foi escolhido o tipo múltiplos estudos de caso porque existe uma grande dificuldade, devido às restrições impostas pelas empresas, em se estudar profundamente um único caso. Nesse sentido, a opção por múltiplos compensa ao fornecer mais opções em menor profundidade.

Além disso, segundo Yin (2001), ainda é possível fazer a opção entre estudo de caso holístico ou incorporado. Tanto o primeiro quanto o segundo são aplicáveis a um estudo de caso único ou múltiplos estudos de caso. O estudo de caso holístico só é vantajoso quando não é possível identificar nenhuma subunidade lógica. Outro problema é que ele pode ser conduzido em um nível abstrato, desprovido de dados ou medidas claras. Ou seja, o estudo de caso incorporado é mais adequado e, segundo Yin (2001), é um importante mecanismo para focalizar uma investigação. Porém, de acordo com Yin (2001), é necessário que o estudo de caso de um programa não se torne o estudo de caso das subunidades lógicas (ou projetos seis sigma na tese) sem retorno ao objetivo maior, ou seja, cada caso precisa servir a um propósito específico.

Para a realização dos múltiplos estudos de caso foram selecionadas cinco empresas (ou unidades de análise, segundo Yin (2001)) de indústrias diferentes e que possuem o programa Seis Sigma implementado. Os critérios para a escolha do primeiro caso foram a facilidade de acesso e a existência do programa Seis Sigma já com projetos terminados. No entanto, ao longo do desenvolvimento do caso, outros fatores como tipo de processo (contínuo ou discreto), tempo de adoção do programa Seis Sigma e geração de bens ou serviços foram considerados a partir das entrevistas e observações. Isso também influenciou a escolha dos casos subsequentes. Segundo Yin (2001), esse processo em que um caso contribui para a escolha do próximo é conhecido como “bola de neve”.

4.4.1 Coleta de Dados e Análise dos Resultados

A coleta de dados utilizou várias fontes de evidência, como recomendam Yin (2001) e Bryman (1989). A coleta de dados aconteceu por meio de entrevistas semi-estruturadas, observações e análise de documentos, os quais são instrumentos de pesquisa mais adequados para a coleta de informações de caráter qualitativo (YIN,

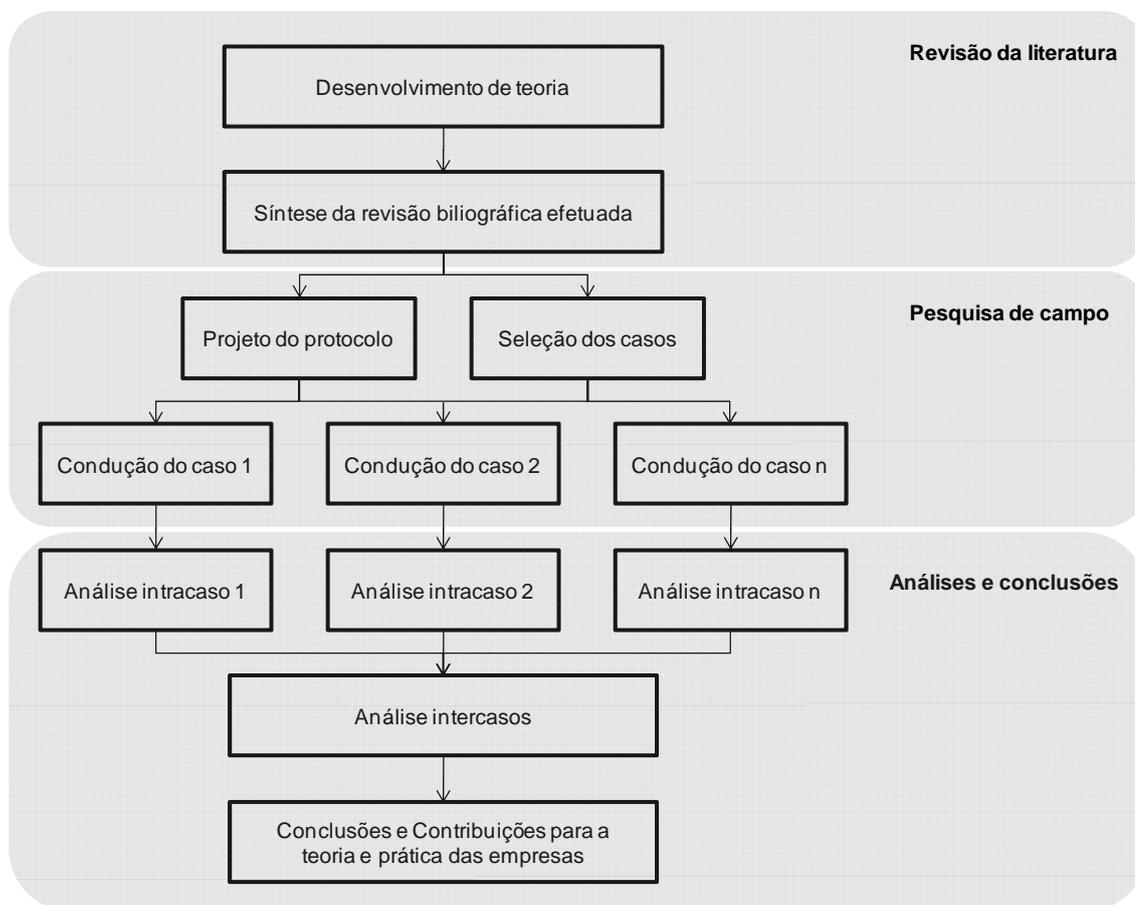
2001). Dentre eles, Yin (2001) considera que as entrevistas são direcionadoras do estudo de caso.

Desta forma, os entrevistados foram pessoas com treinamento em Seis Sigma nos níveis *Master Black Belts*, *Black Belts* e *Green Belts*. Isso porque eles estão profundamente ligados ao desenvolvimento dos projetos seis sigma e à utilização da medição de desempenho. Destaca-se que a análise documental foi aplicada apenas quando a empresa permitiu. Cabe observar ainda que, durante a seleção dos casos, existiu certa dificuldade em conseguir empresas que quisessem participar da pesquisa. Isso porque os responsáveis pelo programa Seis Sigma alegavam que os projetos seis sigma eram sigilosos e não poderiam ser analisados. Com isso, três empresas não abriram suas portas para a pesquisa, mesmo deixando-se claro que o objetivo não era analisar aspectos técnicos dos projetos nem divulgar os ganhos deles, mas sim analisar aspectos gerais do uso da medição de desempenho.

A análise dos resultados foi efetuada segundo a proposta de Yin (2001) e Voss et al. (2002). Primeiramente uma análise de cada caso individual – análise intracaso – foi elaborada, de maneira sistemática, mantendo um padrão para que todos os casos possuíssem o mesmo formato. Finalmente, o cruzamento dos resultados da análise intracaso foi efetuado – análise intercasos –, promovendo assim a categorização deles em padrões que evidenciam igualdades e/ou diferenças.

Com base na revisão bibliográfica efetuada e também nos resultados dos dois tipos de análise (intracaso e intercasos) provenientes da pesquisa de campo, foi possível investigar a influência da medição de desempenho nos projetos seis sigma, procurando destacar os fatores relacionados à medição de desempenho encontrados no desenvolvimento dos projetos seis sigma. Na Figura 4.2 é apresentado um esquema básico do método do múltiplos estudos de caso para a presente pesquisa.

A forma de generalização do estudo de caso para a teoria é o da “generalização analítica” (YIN, 2001). Esse método parte de um modelo teórico previamente desenvolvido com o qual se comparam os resultados empíricos do estudo de caso. Nesse sentido, a utilização da teoria torna-se o veículo principal para a generalização dos resultados do estudo de caso.



Fonte: Adaptado de Yin (2001)

FIGURA 4.2 – Características do método de pesquisa adotado

4.4.2 Critérios para julgamento da qualidade do estudo de caso

De acordo com Yin (2001), há quatro critérios que podem ser considerados para julgar a qualidade de um estudo de caso.

- validade do *constructo*: visa estabelecer medidas operacionais corretas para os conceitos que estão em estudo;
- validade interna: busca estabelecer uma relação causal, por meio da qual são mostradas certas condições que levem a outras condições, como diferenciada de relações espúrias. Ou seja, o pesquisador inferirá que um evento em particular foi o resultado de alguma ocorrência anterior, com base em evidências obtidas de entrevistas e documentários coletados como parte do estudo de caso;

- validade externa: almeja estabelecer o domínio ao qual as descobertas de um estudo podem ser generalizadas. É importante destacar que a analogia com amostragens e universos torna-se incorreta quando se trata de estudos de caso. Isso porque amostragens e universos são aplicáveis quando se busca a generalização estatística e não a analítica, que é a aplicável aos estudos de caso; e
- confiabilidade: tem por função garantir que as operações realizadas num estudo de caso possam ser repetidas de forma a garantir um mesmo resultado.

Uma síntese das táticas que podem ser utilizadas para procurar atender aos quatro critérios para julgar a qualidade de um estudo de caso é apresentada no Quadro 4.2.

QUADRO 4.2 – Táticas do estudo de caso para quatro testes

Testes	Tática do estudo de caso	Fase da pesquisa na qual a tática deve ser aplicada
Validade do <i>constructo</i>	Utiliza fontes múltiplas de evidências	Coleta de dados
	Estabelece encadeamento de evidências	
	O esboço do relatório do estudo de caso é revisado por informantes-chave	Composição
Validade interna	Faz adequação ao padrão Faz construção da explanação Faz análise de séries temporais	Análise de dados
Validade externa	Utiliza lógica de replicação em múltiplos estudos de caso	Projeto de pesquisa
Confiabilidade	Utiliza protocolo de estudo de caso Desenvolve banco de dados para estudo de caso	Coleta de dados

Fonte: Yin (2001, p.55)

O Apêndice A apresenta o protocolo de pesquisa, que é mais do que um instrumento, pois contém os procedimentos e regras gerais que precisam ser seguidas ao utilizar o instrumento.

4.4.3 Síntese do projeto do estudo de caso

Com o objetivo de resumir os principais elementos levantados sobre o projeto da pesquisa, no Quadro 4.3, efetua-se uma síntese que enfatiza os elementos do método do estudo de caso, que foi o adotado na pesquisa.

QUADRO 4.3 – Síntese do projeto do estudo de caso

Abordagem da pesquisa	Qualitativa
Método de pesquisa	Múltiplos estudos de caso do tipo explanatório
Questão de pesquisa	"Quais são os fatores relacionados à medição de desempenho que afetam o desenvolvimento dos projetos seis sigma?"
Objetivo da pesquisa	Investigar a influência da medição de desempenho nos projetos seis sigma procurando destacar os fatores relacionados à medição de desempenho encontrados no desenvolvimento dos projetos seis sigma
Unidades de análise	Cinco empresas de indústrias diferentes
Crítérios para a escolha	<u>Iniciais:</u> Possuir o programa Seis Sigma implementado Facilidade de acesso <u>Acrescentados ao longo da pesquisa:</u> Tipo de processo (contínuo ou discreto) Tempo de adoção do programa Seis Sigma Geração de bens ou serviços
Fonte de dados	Entrevistas semi-estruturadas (<i>Master Black Belts, Black Belts e Green Belts</i>) Observações Análises de documentos
Análise dos resultados	Análise intracasos (dentro dos casos) Análise intercasos (entre os casos)

Os próximos itens tratam da pesquisa de campo efetuada nas empresas bem como das análises, conclusões e recomendações para futuras pesquisas.

4.5 Estudos de caso

Este item trata das informações coletadas na pesquisa de campo, mediante a aplicação do protocolo de pesquisa – Apêndice A, em cinco organizações de indústrias diferentes.

4.5.1 Empresa de Produtos de Telecomunicações

A empresa consiste em uma unidade de negócio, localizada no estado do Paraná, que faz parte da área de telecomunicações de uma corporação alemã mundialmente reconhecida nas diversas áreas em que atua. Especificamente na unidade analisada, três processos são apresentados: produção, instalação dos equipamentos fabricados na produção e desenvolvimento de equipamentos.

Atualmente a empresa possui cerca de 1.200 funcionários voltados para a fabricação de produtos sob encomenda (*make-to-order*) e para estoque (*order-to-stock*). As certificações, programas e modelos que a empresa possui e/ou segue são: 5S, CMMI, ISO 9001, ISO 14001, TL 9000, PNQ e Seis Sigma. Também foi constatada a existência de outras abordagens de melhorias como da *Lean Production* e os CCQs. No entanto, não foram verificados pontos de concorrência entre os indicadores de desempenho dessas abordagens com o Seis Sigma.

O protocolo de pesquisa foi aplicado a dois entrevistados. O primeiro é um *Master Black Belt*, advindo de uma empresa que possui tradição em utilizar o Seis Sigma, que atua como coordenador geral do programa Seis Sigma no Brasil. O segundo é um *Green Belt* que estava na fase final da sua certificação como *Black Belt* e também atua como engenheiro de gestão da qualidade na empresa.

O Seis Sigma na organização

Na empresa, existe uma unidade administrativa denominada de Gestão da Qualidade e Gestão Ambiental (GQGA) que tem por função dar suporte às demais áreas e unidades do grupo. Membros dessa unidade são treinados em iniciativas específicas, como o programa Seis Sigma, e são encarregados de difundir e aplicar os ensinamentos nas demais áreas e unidades da corporação.

Em 2003, após alguns estudos realizados pela alta direção e pela GQGA sobre a aderência do programa Seis Sigma à cultura da empresa, ele foi iniciado como uma abordagem voltada à resolução de problemas, mas, com o desenvolvimento dos projetos, o foco passou a ser mais estratégico ao longo do tempo. Destaca-se ainda que o programa Seis Sigma não é considerado um modelo de gestão para a empresa. Isso porque ela já possuía outros modelos corporativos de gestão voltados à melhoria da

qualidade e produtividade e que foram considerados mais adequados à realidade da empresa naquele momento.

Após os primeiros *Black Belts* e *Green Belts* terem sido treinados em Seis Sigma de uma consultoria externa, eles saíram pelas demais áreas e unidades do negócio à procura dos primeiros projetos seis sigma, que tiveram como principal objetivo, num primeiro momento, a disseminação da linguagem do Seis Sigma, não visando a ganhos financeiros nem a vínculos com a estratégia. Ao lado disso, destaca-se que as áreas não receberam recomendações *top-down* para implementar o programa e, por isso, nem todas o possuem.

Como resultado da primeira rodada de projetos seis sigma na organização, tem-se que: cerca de 20% dos *Black Belts* abandonaram seus projetos logo nas etapas iniciais; aproximadamente 30% conseguiram chegar até a fase *Control*, na qual falharam não monitorando as ações implementadas; e os outros 50% trouxeram ganhos financeiros consideráveis. Este último resultado fez com que a alta administração da empresa se interessasse mais pelo Seis Sigma e, conseqüentemente, aumentasse o incentivo ao programa, solicitando que mais três turmas de *Belts* fossem treinadas. Por enquanto, esse apoio não representa uma participação no sentido de um acompanhamento intenso.

De acordo com o *Master Black Belt*, a segunda rodada de projetos seis sigma trouxe ganhos financeiros consideráveis, ainda melhores que os da primeira. Segundo o *Green Belt*, a inclusão de um módulo que tratava de indicadores de desempenho fez com que o sucesso nos projetos aumentasse. Isso porque uma visão voltada a indicadores foi alcançada fazendo com que os escopos dos projetos fossem mais bem definidos. Os resultados financeiros alcançados, entre outros fatores, colocaram alguns *Black Belts* em evidência, o que fez com que eles fossem promovidos e deixassem de exercer atividades relacionadas ao Seis Sigma. Por outro lado, isso também fez com que algumas pessoas se interessassem em fazer treinamento *Green Belt* para ter uma oportunidade de ascensão mais rápida dentro da empresa.

Até 2006, os projetos foram quase que exclusivamente relacionados à manufatura e, a partir de 2007, os planos são para o desenvolvimento de projetos voltados para processos administrativos. Essa preferência por projetos de manufatura deveu-se ao fato de a corporação possuir processos relacionados à manufatura mais bem

mapeados e já com um conjunto de indicadores advindos da ISO 9001. Estes, por sua vez, ajudaram algumas áreas a orientar projetos por indicadores de desempenho como os relacionados ao COPQ.

Gestão do programa Seis Sigma

A gestão do programa é efetuada pelo *Master Black Belt* por meio do acompanhamento feito com a ajuda de um software que funciona na *intranet* da organização. Nesse software, várias etapas dos projetos são registradas de forma detalhada e existem níveis de acesso diferenciados sobre as informações de outros projetos entre os *Belts*.

Convém destacar que existe apenas um acompanhamento dos projetos, não existindo ainda uma cobrança por fase de desenvolvimento. O controle é apenas sobre alguns indicadores como: número de qualificados em Seis Sigma, retorno dos projetos, tempo médio dos projetos, número de projetos seis sigma/área etc. O tempo médio dos projetos tem como meta 6 meses, o que vem sendo alcançado com pequena variação pelos projetos relacionados à manufatura. O *Master Black Belt* destacou que esses indicadores ainda são utilizados para divulgação e ainda estão longe das metas propostas pela alta administração.

Treinamento e estrutura de responsabilidades

O treinamento Seis Sigma ministrado para os *Green Belts* é bem genérico e, caso seja necessário, as áreas podem solicitar aos especialistas no assunto um aprofundamento em determinado conteúdo do treinamento. O conteúdo do treinamento, na fase *Define*, aborda aspectos relacionados ao alinhamento estratégico do projeto seis sigma, por meio do BSC, e outros aspectos sobre indicadores de desempenho em cerca de 4 horas. A carga total de treinamento correspondente aos *Green Belts* e *Black Belts* é de 80 e 120h, respectivamente.

Durante o treinamento, um projeto seis sigma precisa ser conduzido por cada integrante, sendo este acompanhado pelo instrutor em cada mudança de etapa. Os *Green Belts* conduzem projetos sozinhos. A dedicação dos *Black Belts* é cerca de 40% do tempo deles. As atribuições dos *Master Black Belts* podem ser categorizadas em: questões políticas (envolve negociações, relato dos ganhos à alta administração e

solicitação de apoio financeiro); questões técnicas (capacitação e adequação ao método); e questões relacionadas à gestão do programa Seis Sigma. No Quadro 4.4, uma síntese das características dos *Belts* é apresentada.

QUADRO 4.4 – Características dos *Belts* na Empresa de Produtos de Telecomunicações

Denominação	Características básicas
<i>Green Belts</i>	A empresa possui <i>Green Belts</i> com dedicação parcial; e A carga horária de treinamento é de, no mínimo, 80 horas.
<i>Black Belts</i>	A empresa possui <i>Black Belts</i> com dedicação mínima de 40% do tempo deles ao Seis Sigma; e A carga horária de treinamento é de, no mínimo, 120 horas.
<i>Master Black Belt</i>	A empresa possui um <i>Master Black Belt</i> com dedicação integral.

A medição de desempenho na seleção e priorização dos projetos seis sigma

A seleção de projetos oportunistas é a principal prática adotada na empresa, sendo a escolha originada a partir da solicitação dos gestores dos processos outra forma de seleção de projetos. Nesse último caso, quando os processos são considerados de desempenho deficiente, mediante uma análise sobre medidas de desempenho, o gestor solicita a um *Black Belt* uma avaliação sobre se é possível realizar um projeto seis sigma em sua área. Contudo, o *Green Belt* destacou que costuma existir disputa de interesses entre os gestores e os *Belts*, o que prejudica e até impede o desenvolvimento dos projetos.

A partir da terceira rodada de treinamento, os projetos seis sigma também passaram a surgir dos treinamentos ministrados. As pessoas que estão neles precisam de um projeto para serem certificadas e passam por uma pré-seleção feita pelo *Master Black Belt*, por meio de um pré-contrato, que verifica itens como: escopo, adequação às necessidades dos indicadores do BSC e ganhos financeiros. Em função de ter sido recente, ainda não foram avaliados os resultados dessa nova abordagem.

O *Master Black Belt* relatou que, após a terceira rodada, a estimativa dos ganhos financeiros passou a ser fundamental para a aprovação dos projetos, salvo quando o projeto esteja bem vinculado ao preenchimento de lacunas (diferença entre o real e o esperado) do BSC. Ele citou o exemplo de um projeto em que a perda de clientes era maior que a captação. Os indicadores melhoraram, porém não se conseguiu expressar isso em termos financeiros nem se o projeto seis sigma foi o único

responsável pela melhoria, pois outras iniciativas de melhoria foram empregadas em paralelo. O *Green Belt* afirmou que, na seleção dos projetos, a perspectiva financeira, por ser considerada a mais interessante pela alta administração, era priorizada entre as outras três: clientes, processos internos e aprendizagem e crescimento organizacional.

Foi destacado pelo *Master Black Belt* que a forma de seleção dos projetos seis sigma varia de área para área e de unidade para unidade, sendo que algumas estão mais desenvolvidas que outras. Inclusive algumas até possuem uma carteira de projetos, da qual se escolhem aqueles que mais se adaptam às necessidades da empresa. Outras até desdobram seus projetos da estratégia mediante uma reunião com os gestores do planejamento estratégico que apresentam necessidades provenientes de pesquisas de mercado e do BSC, as quais são levadas a outra reunião composta por *Black Belts* e *Green Belts*. Estes propõem possíveis projetos para o cumprimento dessas necessidades.

Os projetos seis sigma também costumam surgir, em menor número, dos Círculos de Controle da Qualidade (CCQs) por meio de problemas considerados insolúveis dentro desses grupos. Como a empresa segue o modelo de Critérios de Excelências do PNQ, uma análise sobre eles também pode gerar projetos seis sigma, caso seja identificada alguma deficiência.

A medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma

O *Master Black Belt* destacou que cerca de 80% dos dados necessários na fase *Define* vêm de indicadores de desempenho que já existem nas áreas, que estão nas planilhas eletrônicas, ou no sistema ERP. O restante é coletado de forma *ad-hoc* devido à falta de dados ou confiabilidade.

Uma estimativa do retorno financeiro, efetuada por um responsável técnico e um financeiro, é feita sem muita preocupação com a confiabilidade nessa fase, e, devido à política da empresa em não assumir riscos, tal estimativa é sempre aquém do real. Após isso, um contrato de projeto, que envolve itens como ganho financeiro previsto, vínculo com o BSC e indicadores que poderão ser afetados, é redigido e assinado pelo *Black Belt*, *Green Belts*, diretor financeiro e o cliente do projeto (o *Champion*) para tentar assegurar os ganhos prometidos.

Durante as demais fases, ajustes com o acompanhamento do responsável financeiro sempre ocorrem nessa estimativa. Na fase *Control*, uma validação dos

ganhos financeiros em conjunto com uma pessoa do financeiro é efetuada e, em todos os projetos, o ganho na *Control* foi maior do que o estimado na *Define*. O suporte adequado do sistema de custeio à estimativa e validação dos ganhos financeiros foi destacado como um elemento fundamental pelo *Master Black Belt*. Ao lado disso, ele também destacou como fundamental a facilidade de acesso às informações desse sistema, pois estas servem para identificar áreas e produtos críticos que podem se tornar o foco de projetos seis sigma.

Durante as fases *Measure* e *Analyse*, alguns problemas com a falta de confiabilidade nos dados históricos foram relatados, mas com baixa frequência. O *Master Black Belt* relatou o caso em que um *Black Belt* usou os dados históricos disponíveis e eles tinham algumas falhas de preenchimentos que conduziram a análises e resultados que não condiziam com o sentimento da equipe. Uma coleta de três meses de novos dados foi efetuada e, com isso, o projeto teve continuidade e sucesso. Isso também permitiu verificar que os dados anteriores realmente estavam com problemas, inclusive foi destacado que, devido à baixa confiabilidade nos dados, alguns projetos foram abortados e uma ação de reestruturação na medição de desempenho considerada crítica foi iniciada. Normalmente, após seis meses da reestruturação, os projetos então abortados costumam ser retomados. Ao lado disso, o *Master Black Belt* declarou que só a melhoria na medição de desempenho fez com que surgissem ganhos na área, pois as medidas de desempenho começam a ser usadas para melhoria, mesmo sem um rigor estatístico.

A fase destacada como mais demorada no desenvolvimento dos projetos seis sigma foi a da *Analyse*. As causas apontadas pelo *Master Black Belt* e *Green Belt* foram falta de confiabilidade nos dados e a inexistência de alguns x_i necessários. Isso gerava um retorno freqüente à fase *Measure*, demandando tempo extra. O problema com a confiabilidade dos dados também foi declarado pelo *Green Belt*, que apontou como principais causas os erros de digitação dos dados que são causados pela sensação de não uso do indicador por quem o está coletando. Além disso, o *Green Belt* relatou que a resistência de algumas pessoas, sem treinamento Seis Sigma, ao processo de coleta de dados *ad-hocs* necessários à fase *Analyse* atrasava alguns projetos. Outro destaque efetuado pelo *Green Belt* foi que, na fase *Analyse*, a participação de pessoas

que conhecem o processo é fundamental para identificação e posterior coleta dos x_i necessários.

Na fase *Improve*, o contrato de projeto, principalmente no que se referia aos ganhos financeiros, se mostrou como fundamental para obter do *Champion* os investimentos necessários.

Na fase *Control*, é efetuada uma Análise Crítica da Alta Direção (ACAD) sobre o indicador-chave (y) para verificar se ele será incorporado ao BSC da área ou do negócio, ou se ele ficará apenas sob controle local por meio de planilhas eletrônicas com acompanhamento de 12 meses. Após isso, uma avaliação sobre para onde o indicador irá é efetuada. Novamente o *Green Belt* enfatizou que, em todas as etapas do DMAIC, existe uma reflexão sobre os indicadores, sendo que alguns são excluídos, quando eles deixam de ser usados, ou mesmo modificados, quando precisam de atualizações no seu formato.

Ao término da fase *Control*, os resultados dos projetos são reportados por meio de indicadores macros da empresa para a matriz européia, a qual pode promover uma auditoria sobre os resultados. Daí a importância deles retratarem bem o ocorrido.

O *Master Black Belt* afirmou que não existe uma forma de reconhecimento formal para os projetos, porém o *Green Belt* alegou que os *Champions* das áreas podem recompensar de alguma forma os ganhos dos projetos.

Destaques comuns às fases sobre a medição de desempenho

Na empresa existe um sistema ERP que contém indicadores de desempenho relacionando-se hierarquicamente do nível estratégico até o nível operacional. No entanto, a maioria dos indicadores operacionais não está no ERP e fica sob controle das áreas na forma de planilhas eletrônicas. O *Green Belt* relatou que o relacionamento de causa-e-efeito desses indicadores é questionável, porque as hipóteses que os regem não são baseadas em critérios rigorosos, podendo não refletir de forma adequada a realidade.

De acordo com os entrevistados, mudanças no sistema ERP solicitadas durante o desenvolvimento do projeto seis sigma costumam não ser efetuadas por causa da elevada dificuldade e custo que essas mudanças gerariam. Quando isso ocorre, surgem duas situações: novos dados precisam ser coletados na frequência e formato

necessários; ou o projeto tem que se adaptar aos dados disponíveis no ERP. A incompatibilidade que as atualizações trazem para as planilhas eletrônicas complementares desenvolvidas nas áreas também é um ponto crítico do ERP.

Em relação aos projetos seis sigma para processos administrativos, as dificuldades encontradas, relatadas pelo *Master Black Belt*, foram: dificuldade em estimar os benefícios financeiros; falta de processos mapeados; dificuldade em mapear os processos e, conseqüentemente, seus indicadores de desempenho; dificuldade em visualizar as relações de causa-e-efeito entre o que se propõe a melhorar e suas causas; e a falta de estabilidade desses processos.

A dedicação parcial ao Seis Sigma foi apontada como prejudicial ao desenvolvimento dos projetos seis sigma, pois a rotina acaba fazendo com que o foco nos projetos seja perdido. O *Master Black Belt* declarou que o seu objetivo é o de fazer com que os *Belts* se tornem autônomos para que ele possa dedicar o seu tempo à capacitação de outras pessoas.

Não foram verificados pontos de concorrência entre os indicadores de desempenho de outras abordagens como a *Lean Production* e os CCQs com o Seis Sigma.

4.5.2 Empresa de Papel e Celulose

A empresa estudada, localizada no interior do estado de São Paulo, faz parte de uma grande corporação, que possui várias unidades de negócio em diversos campos de atuação. A unidade estudada é do ramo de papel e celulose, e que o processo de produção dessa empresa é contínuo. Além disso, destaca-se que essa unidade conta com cerca de 800 funcionários.

As entrevistas foram aplicadas, seguindo o protocolo de pesquisa, ao *Black Belt Coach*, equivalente ao *Master Black Belt*, e também coordenador da medição de desempenho na organização, e a um *Green Belt*, ambos da área de Qualidade da empresa.

O Seis Sigma na organização

A primeira implementação do Seis Sigma na corporação ocorreu no ano de 2000 na unidade (ou negócio) considerada mais tradicional, que não é a estudada.

Dois anos depois, o programa Seis Sigma começou a ser disseminado, mediante o auxílio de consultorias externas diversificadas, a todos os negócios do grupo. Com isso, em 2005 ele tornou-se uma abordagem praticada por toda a corporação.

Para que o programa Seis Sigma entre as unidades e áreas fosse conduzido da mesma forma, um manual de gestão para ele começou a ser desenvolvido em 2004, sendo este manual concluído no final de 2006, porém seus elementos foram difundidos entre as várias unidades antes do término do manual. Antes disso, o processo de unificação foi conduzido por um grupo de pessoas que representavam os vários negócios da corporação. Esse grupo buscou um modelo de Seis Sigma baseado em três fontes de referência: as melhores práticas do Seis Sigma dentro das próprias unidades; visitas à empresas externas consideradas *benchmarking* no uso do Seis Sigma; e por meio de avaliação das propostas de implementação de algumas consultorias. Entre as diversas áreas, segundo os dois entrevistados, a unidade estudada é a que possui o Seis Sigma mais bem preparado no que diz respeito às pessoas e quantidade de projetos

O *Black Belt Coach* e o *Green Belt* declararam que o Seis Sigma atua no sistema de gestão da organização como um programa para execução da estratégia, resolvendo os problemas e melhorando os níveis de desempenho dos processos considerados críticos.

Gestão do programa Seis Sigma

O manual de gestão do programa Seis Sigma é dividido em três elementos de gestão: programa, pessoas e projetos. Existe um grupo de indicadores de desempenho para cada um desses elementos, sendo que, em alguns momentos, ocorre sobreposição entre eles, mas, segundo o *Green Belt*, essa separação em elementos fornece uma simplificação que ajuda no processo de gestão do programa como um todo.

Três aspectos são apresentados como importantes na gestão do programa Seis Sigma na empresa. O primeiro trata da disseminação da cultura voltada para fatos e dados do Seis Sigma de acordo com o manual elaborado. O segundo visa a uma revisão contínua da gestão do programa para que boas práticas relacionadas ao Seis Sigma sejam identificadas nas várias unidades e incorporadas ao manual. O terceiro tem por objetivo promover a replicação dos projetos, tratando da Gestão do Conhecimento sobre

o aprendizado nos projetos seis sigma e divulgando as soluções dos projetos a fim de que elas sejam aproveitadas em outros negócios ou unidades.

Entre os indicadores do programa estão: impacto financeiro dos projetos - *baseline*; o tempo médio entre os projetos; relação de *Black Belt*/projeto sendo conduzido; relação de *Green Belt*/projeto sendo tocado; *Black Belt* ou *Green Belt* certificados/treinados.

Os projetos seis sigma são acompanhados pelo *Black Belt Coach* em todas as etapas pelo uso de um software. Nesse sentido, cobranças são efetuadas em caso de eventuais atrasos. Foi observado que atualmente o tempo médio de desenvolvimento dos projetos está em cerca de um ano.

Treinamento e estrutura de responsabilidades

Uma das dificuldades destacadas pelos entrevistados foi a saída de alguns *Belts* para outras empresas que não pertenciam à corporação e, além disso, a transferência de alguns *Black Belts* para cargos executivos, deixando de exercer suas funções com o Seis Sigma. Em termos numéricos, a saída está em torno de 13%.

O *Black Belt Coach* declarou que a dedicação dos *Green Belts* aos projetos seis sigma vem sendo pequena e, com isso, o tempo de desenvolvimento tem aumentado. Isso ocorre por causa das outras atividades que eles têm que desempenhar. Além disso, o *Black Belt Coach* tem dedicado muito do seu tempo a treinamentos, e isso tem prejudicado o acompanhamento dos projetos por ele.

Outro destaque em relação ao treinamento é que o de *Green Belts* possui duas categorias: industrial e administrativo. A primeira engloba duas ferramentas a mais que a segunda, são elas: DOE e Análise de R&R. Além disso, a primeira categoria possui duas semanas de duração enquanto a primeira, apenas uma. O treinamento de *Black Belt* tem carga horária de 160 horas e o de *Black Belt Coach* contempla o anterior acrescido de aspectos técnicos e comportamentais para a condução de treinamentos. Durante o treinamento, os *Belts* precisam desenvolver um projeto seis sigma. Durante esses desenvolvimentos, existe uma avaliação sobre os projetos, que permite que elementos novos destacados pelos participantes sejam incorporados nos treinamentos futuros. O Quadro 4.5 apresenta algumas características dos treinados em Seis Sigma na empresa.

QUADRO 4.5 – Características dos Belts na Empresa de Papel e Celulose

Denominação	Características básicas
<i>Green Belts</i>	A empresa possui 50 <i>Green Belts</i> com dedicação parcial de, no mínimo, 20% do tempo deles ao Seis Sigma; e A carga horária do treinamento varia entre 40 e 80 horas.
<i>Black Belts</i>	A empresa possui oito <i>Black Belts</i> com dedicação parcial de, no mínimo, 40% do tempo deles ao Seis Sigma; e A carga horária do treinamento é de 120 horas.
<i>Black Belts Coach</i>	A empresa possui dois <i>Black Belts Coach</i> com dedicação integral.

A seleção de *Black Belts* foi considerada um fator crítico pelos entrevistados dentro do programa Seis Sigma, pois o papel a ser exercido por esse tipo de profissional exige algumas competências como, por exemplo, postura de liderança, capacidade de falar em público etc. No início, alguns *Black Belts* não foram selecionados adequadamente e isso prejudicou o desenvolvimento de alguns projetos, afetando o tempo médio global desse desenvolvimento.

A medição de desempenho na seleção e priorização dos projetos seis sigma

As metas estratégicas, por meio da Gestão pelas Diretrizes (GPD), são desdobradas em diretrizes pelos vários níveis hierárquicos na empresa em questão. A partir disso, várias fontes de informações disponíveis são analisadas, tais como: Planejamento Estratégico; *Benchmarking* Competitivo Interno entre as unidades; Desafios Orçamentários; e Problemas Detectados e Insolúveis na Gestão da Rotina Diária (GRD).

Como a unidade analisada ainda não possui uma carteira de projetos, os *Belts* são responsáveis por procurar projetos afins com as diretrizes da GPD. Destaca-se que, dentre as várias fontes de informações geradoras de projetos, a mais utilizada é a do *Benchmarking* Competitivo Interno, ou seja, os projetos visam que uma meta excepcional atingida por alguma unidade seja alcançada pelas demais unidades; ou, quando a própria unidade alcança uma meta, mas não tem capacidade para mantê-la, o projeto visa promover sua estabilidade.

Uma reunião de análise crítica sobre os diversos indicadores de desempenho é realizada mensalmente pelos diretores e presidentes corporativos. Dessas reuniões, podem surgir projetos seis sigma sobre parâmetros de desempenho

considerados críticos. Os projetos que saem dessas reuniões são diferenciados por serem de elevada prioridade, e, para que se concretizem, alguns *Black Belts* são colocados em uma sala, deixando de exercer suas atividades de rotina, para finalizar projetos críticos a fim de atender às metas corporativas. Esse comportamento, segundo os próprios entrevistados, foi influenciado pela medição de desempenho.

A medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma

Atualmente a maioria dos projetos surge do desdobramento da GPD. Isso vem trazendo algumas conseqüências como o aumento do tempo médio de desenvolvimento dos projetos, principalmente na fase *Define*, que, por ser muito demorada (a mais demorada de todas segundo dados do software de gestão dos projetos), por causa de escopos muito extensos, acaba perdendo sua relevância estratégica depois de um longo período de tempo, chegando a um ano em alguns casos. Foi destacado que esse tipo de problema acontece com maior recorrência em projetos para os processos administrativos. No projeto, após o alinhamento com a estratégia ter sido verificado, o segundo critério para seleção dos projetos é o financeiro. Para esse último, o *Green Belt* destacou que, dependendo da estimativa do ganho, os melhores *Black Belts* são alocados para sua consecução.

Durante o desenvolvimento de um projeto seis sigma, existem três etapas bem distintas que são acompanhadas pelo *Black Belt Coach*: Contrato de Projeto, Acompanhamento e Encerramento de Projeto.

O Contrato de Projeto é criado na fase *Define* a partir de um formulário que define: as responsabilidades pela elaboração, análise, validação e aprovação dos objetivos; escopo, premissas e recursos necessários para a execução do projeto; estimativa dos ganhos financeiros; e contribuição para o negócio. Um dos elementos que constam no contrato de projeto é a meta a ser atingida, que, em alguns projetos, é definida estatisticamente com auxílio do gráfico *Box-Plot*. Quando o objetivo é “quanto maior melhor”, a meta costuma ser definida como sendo o terceiro quartil e quando o objetivo é “quanto menor melhor”, o objetivo costuma ser definido como o primeiro quartil. Estudos de capacidade dos processos também podem ser utilizados para definição da meta. Outra forma é com base no melhor índice atingido proveniente do *Benchmarking* Competitivo Interno. Nesse caso, a meta já está definida. O *Green Belt*

também destacou que existem projetos em que a meta é reduzir a variabilidade em torno de um valor médio já atingido. Destaca-se que o escopo estabelecido no contrato do projeto é um item que passou a fazer parte do contrato faz pouco tempo. Anteriormente, a ausência dele gerou diversos projetos extremamente ambiciosos em sua extensão, ocasionando tanto perda de eficiência quanto de eficácia na elaboração dos projetos.

O Acompanhamento tem por objetivo aumentar a chance de sucesso dos projetos com a orientação do *Black Belt Coach* que verifica, por meio de um *check-list*, se o projeto seis sigma está sendo desenvolvido considerando todos os estágios das fases do DMAIC. Caso a pontuação atingida em cada fase não seja superior a 75% do total alocado a ela, o projeto é paralisado. Destaca-se que o histórico do problema e a estimativa dos ganhos aprovada pela controladoria são abordados na fase *Define*, sendo que a estimativa dos ganhos tem um representante *Green Belt* para sua validação, pois costuma existir discordância entre o estimado pelo *Belt* e o estimado pelo pessoal do financeiro. Na fase *Measure*, a decisão de usar dados históricos para os possíveis x_i e a proposta de um plano de coleta de dados *ad-hoc*, quando necessário, são avaliadas. Na fase *Control*, mais uma vez questões como a validação e aprovação dos ganhos são efetuadas.

O Encerramento de Projeto é composto das seguintes atividades: avaliação do projeto pelo *Black Belt Coach*; reunião formal de entrega do projeto ao dono do processo; avaliação das oportunidades de replicação e/ou novos projetos; e análise das lições aprendidas, que funciona como um *feedback* para a melhoria do próprio programa Seis Sigma.

A coleta de dados não foi observada como sendo um fator crítico porque o sistema ERP tem uma grande quantidade de dados que são, em sua maioria, advindos de coletas automatizadas. Vale lembrar que o processo de produção é contínuo com alto grau de automação. Em termos gerais, os entrevistados declararam que o uso da medição de desempenho na empresa reforça a coleta de indicadores voltados para os custos das falhas internas.

Os entrevistados destacaram que os indicadores-chave (y_i) do processo de produção são bem claros devido à sua natureza contínua. Isso ocasiona uma pressão da alta administração para que os indicadores atinjam maiores níveis de desempenho e estabilidade. Por isso, os itens de controle (y_i) dos processos costumam não mudar por

longos períodos, porém os projetos seis sigma têm proporcionado um maior conhecimento sobre eles em termos de itens de verificação (x_i), o que faz com que o conjunto de indicadores aumente sob a forma de controles locais. Com isso, muitos projetos seis sigma são desenvolvidos sobre itens de verificação que acabam ampliando o conhecimento destes em outros x_i , e isso ocorre sucessivamente. Nesse sentido, a fase *Define* costuma ser demorada porque alguns indicadores y_i , que são x_i no contexto, costumam ter que ser coletados pela primeira vez. A falta dos x_i também faz com que as fases *Measure* e *Analyse* gastem um tempo extra. Ou seja, existe uma abundância de y_i e uma falta de x_i .

Na fase *Control*, os indicadores de desempenho considerados importantes são incorporados à Gestão da Rotina Diária (GRD) com um acompanhamento de 12 meses, sendo que os três primeiros meses são de responsabilidade do líder do projeto, depois o dono do processo passa a acompanhá-lo pelo restante do tempo. Caso o indicador, seja estratégico ele continua na rotina. Caso contrário, ele deixa de ser acompanhado. Como observado anteriormente, muitos x_i vêm sendo incorporados à rotina para ampliação do conhecimento sobre os processos.

Na fase *Improve*, também foi destacado que verificações preliminares, por meio de indicadores, são efetuadas para se constatar se as mudanças foram bem sucedidas.

Na validação dos ganhos financeiros, na fase *Control*, o valor final calculado desses ganhos é maior que a estimativa proposta inicialmente devido ao fato dos *Belts* não desejarem criar falsas expectativas de ganhos financeiros. Outro destaque é que, apesar da validação ser efetuada por um *Green Belt* da área financeira, ainda existe dificuldade num consenso sobre os ganhos alcançados pelos projetos. Segundo os entrevistados, isto se deve à dificuldade de entendimento da relação entre as variáveis não-financeiras e financeiras por ambos os lados.

O sistema de custeio da empresa é baseado no custeio por absorção, e os custos indiretos são poucos em relação ao custo total. Dessa forma, os rateios não trazem distorções elevadas à estimativa dos custos dos produtos. A natureza do processo de fabricação, que é contínuo, ajuda muito nesse sentido, segundo os entrevistados.

Em termos de premiação, existe uma remuneração variável associada às metas de melhorias específicas para os gerentes. Essa premiação depende do quanto

uma meta ultrapassou o *baseline* e do cargo do funcionário. Por outro lado, os *Green Belts* possuem premiação apenas na certificação. Além disso, os projetos seis sigma ajudam na ascensão profissional das pessoas que os desenvolvem.

Destaques comuns às fases sobre a medição de desempenho

Em 2005, foi desenvolvido, sob encomenda de um fornecedor, com participação da equipe da empresa, um software chamado GOL (*Gestão On-Line*). Ele é composto por indicadores de níveis hierárquicos estratégicos, táticos e operacionais, todos inter-relacionados. Esse software foi personalizado para a empresa de acordo com as necessidades dela. Os indicadores de desempenho presentes nesse software também possuem informações relacionadas à coleta de dados, tais como: frequência, fórmula, responsável etc. Além disso, ele serve para acompanhar os projetos seis sigma, abrangendo desde a inclusão de arquivos anexos às respectivas fases do DMAIC até o fornecimento de indicadores macro do programa. Outro aspecto é que a inclusão e a exclusão de indicadores no GOL não geram custos elevados nem demandam tempo elevado, o que facilita a atualização dos indicadores. Também existe um processo de auditoria sobre a entrada de dados nesse software.

Após a disseminação dos projetos seis sigma na organização, o uso dos indicadores de desempenho, que estavam disponíveis no software, deixou de focar somente o atingir/não atingir das metas, passando para uma perspectiva mais estatística, que considera a variabilidade dos processos, criando uma ênfase na utilização de indicadores relacionados à capacidade e DPMO. Os entrevistados destacaram que o maior benefício não foi na estrutura dos indicadores, mas sim na forma de eles serem analisados.

Os projetos para os processos administrativos foram verificados como sendo de difícil execução, principalmente por causa de fatores como: falta de acesso aos dados, falta de disponibilidade de dados e falta de conhecimento das relações de causa-e-efeito entre os y_i e x_i .

A inexistência de um histórico de medidas de desempenho fez com que esses projetos demorassem mais e, em alguns casos, fez com que os projetos não fossem bem sucedidos. A inexistência de um histórico de medidas de desempenho cria problemas com a aplicação do *check-list* das subfases do DMAIC, fazendo com que ele

não seja aplicável totalmente a esse tipo de projeto. Isso conduziria a uma pontuação muito baixa e à recusa do projeto. Por outro lado, os projetos de processos de manufatura têm históricos de mais de dez anos.

Uma solução vislumbrada pelos entrevistados seria a gestão por processos. Os processos administrativos estão mapeados, mas devido aos atores deles trabalharem departamentalmente, existe um grande entrave. A Gestão da Rotina Diária (GRD) foi apontada como uma importante etapa a fim de que esse objetivo seja alcançado.

A utilização do indicador DPMO nos processos administrativos tem mudado a visão das pessoas envolvidas com esses processos já que elas passam a entender melhor o termo melhoria no contexto dos processos. Isso porque, em vez de reduzirem o *lead time*, elas passam a controlar o processo para que não atinja um valor que gere um defeito. Indicadores de desempenho como esse facilitam o entendimento do que se deve buscar com o Seis Sigma.

Segundo os entrevistados, a empresa possui programas amplos de gestão que concorrem entre si, como por exemplo, a GPD e o *Benchmarking* Competitivo Interno. Esses programas possuem metas diferentes para as mesmas medidas e, em alguns casos, isso gerava conflitos de interesses.

4.5.3 Fornecedora da Linha Branca

Essa empresa faz parte de uma multinacional americana e está localizada no interior do estado de São Paulo, atuando como fornecedora de peças da linha branca. Possui cerca de 5.000 funcionários distribuídos em duas unidades, cada uma responsável por produzir uma parte do seu produto final. Seu processo de produção é caracterizado por linhas de produção e células de produção. Os principais certificados que a empresa possui são: ISO 9000; ISO 14001; e OHSAS 18000.

O protocolo de pesquisa usado na entrevista foi aplicado ao coordenador geral do Seis Sigma da empresa, e também ao *Master Black Belt* e a um *Black Belt*.

O Seis Sigma na organização

As pessoas na empresa utilizavam-se de abordagens de melhoria contínua que não tinham uma sistemática bem estruturada nem uma análise profunda das causas

raízes dos problemas como a proposta pelo programa Seis Sigma. Em função disso, surgiu o interesse pelo programa Seis Sigma, e a filial brasileira fez uma solicitação à sua matriz americana, que já o possuía. A partir disso, a matriz se interessou em difundir a cultura Seis Sigma para a filial com o objetivo de que ela alcançasse retornos financeiros elevados.

Em agosto de 2005, ocorreu o primeiro treinamento em Seis Sigma formando os primeiros *Black Belts*, e, em 2006, foram feitos os primeiros projetos seis sigma. Em função disso, o *Master Black Belt* declarou que o Seis Sigma ainda está começando na organização e que, em um primeiro momento, ele está mais voltado para a resolução de problemas enfatizando a redução de custos.

Cabe ressaltar que o treinamento em Seis Sigma que as pessoas da empresa receberam é idêntico ao ministrado na matriz americana. Lá, o programa começou a partir de uma pessoa que recebeu treinamento da *American Society for Quality* (ASQ) e, depois de adaptá-lo, disseminou-o pela organização.

Gestão do programa Seis Sigma

Atualmente a empresa não apresenta uma forma de gestão do programa Seis Sigma bem estruturada, com o uso de um software específico que aborde uma ampla gama de indicadores de desempenho do programa e do desenvolvimento dos projetos.

O que existe é um acompanhamento feito pelo *Master Black Belt* por meio de planilhas eletrônicas sobre os projetos em desenvolvimento. Esse acompanhamento é feito junto aos *Black Belts*, sendo que sua frequência não é bem definida.

A gestão do programa, segundo *Master Black Belt*, é feita dessa forma porque a quantidade de projetos ainda é pequena. Um indicador utilizado para a gestão do programa é o tempo médio de desenvolvimento de projetos, que tem como meta 6 meses. Em média essa meta está sendo cumprida, porém com elevada variação, que se deve, provavelmente, à falta de dedicação exclusiva dos *Black Belts*, segundo o *Master Black Belt*.

Treinamento e estrutura de responsabilidades

A empresa possui *Black Belts* com dedicação parcial alocados por áreas como qualidade, processos e manufatura.

O *Master Black Belt* declarou que alguns *Belts* se identificaram mais com o conteúdo do programa, e isso promoveu um ritmo maior a eles, o que faz com que alguns já estejam no segundo ou terceiro projeto seis sigma. A inadequação do perfil de alguns *Black Belts* para o desenvolvimento de projetos seis sigma também foi relatada pelo *Black Belt* entrevistado.

Atualmente a empresa conta com um *Master Black Belt*, 5 *Black Belts* já treinados e 15 *Green Belts* em treinamento. Num primeiro momento, os *Green Belts* apenas auxiliarão os *Black Belts* tocando parte do projeto deles. Além disso, o *Black Belt* destacou que, nos projetos anteriores, ele envolveu outras pessoas sem treinamento em Seis Sigma para auxiliar no desenvolvimento dos projetos. O Quadro 4.6 apresenta algumas características sobre os *Belts* na empresa estudada.

QUADRO 4.6 – Características dos *Belts* na Fornecedora da Linha Branca

Denominação	Características básicas
<i>Green Belts</i>	A empresa possui 15 <i>Green Belts</i> com dedicação parcial.
<i>Black Belts</i>	A empresa possui cinco <i>Black Belts</i> com dedicação parcial.
<i>Master Black Belt</i>	A empresa possui apenas um <i>Master Black Belt</i> com dedicação integral.

O *Black Belt* destacou que, além do treinamento, o conhecimento sobre o processo é um fator crítico para a condução dos projetos seis sigma, pois a teoria fornece apenas a base, e a aplicação bem sucedida vem da prática.

A medição de desempenho na seleção e priorização dos projetos seis sigma

Até o momento, foi constatado que a empresa não possui um processo formal de seleção e priorização de projetos. Ao lado disso, o *Master Black Belt* ressaltou que até existe uma dificuldade de encontrar projetos seis sigma.

Outras abordagens de melhoria como os CCQs e MASP também são aplicadas na empresa. Existe uma dificuldade na seleção dos problemas que podem ser resolvidos com elas e os que precisam do Seis Sigma.

Os projetos seis sigma são selecionados considerando-se mais as necessidades pessoais e competências do *Black Belt* do que as necessidades da fábrica. Destaca-se que algumas sugestões de projetos advinham dos gerentes das áreas que possuíam alguns indicadores ruins e, com isso, solicitavam projetos seis sigma aos *Black Belts*. No entanto, o *Master Black Belt* afirmou que, para os novos projetos seis sigma, o impacto financeiro será um fator decisivo na decisão de desenvolvimento do projeto.

O *Black Belt* entrevistado afirmou que os projetos seis sigma selecionados por ele visam, primordialmente, ao aumento de produtividade por meio da redução da mão-de-obra. Ele ainda destacou que isso não implica demissão, sendo que o próprio *turnover* da empresa absorve a diferença. Outro aspecto enfatizado por ele é que alguns projetos seis sigma surgem de reuniões da gerência.

A medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma

Na etapa *Define*, o *Project Initiative* (similar ao Contrato de Projeto) é elaborado estabelecendo elementos como: escopo do projeto, *Champion*, *Black Belt* responsável, objetivo do projeto, área afetada, equipe, meta (em ppm ou DPMO) e ganho financeiro previsto. Foi destacado que os mais interessados em preencher as propostas desse contrato são os gerentes das áreas. Com isso, os *Black Belts* avaliam a viabilidade do projeto. O *Black Belt* alegou que o escopo do projeto nessa etapa gasta muito tempo e, por isso, alguns projetos acabam sendo desdobrados em outros menores. Além disso, ele destacou que as estimativas financeiras nessa etapa precisam ser feitas com muito cuidado, pois podem gerar falsas expectativas que podem ser vistas de forma negativa pela gerência.

Nas fases *Measure* e *Analyse*, existe uma carência de indicadores-causa (x_i), que precisam ser coletados de forma *ad-hoc*. Essa carência de x_i , em contrapartida com a abundância de y_i , relatados não tem promovido uma revisão dos indicadores que são coletados sem um uso estabelecido. O *Master Black Belt* ressaltou que uma análise crítica sobre tais indicadores começará a ocorrer em breve.

O *Black Belt* declarou que, nas fases relacionadas à coleta de dados como, por exemplo, nas *Define* e *Measure*, existe resistência das pessoas em participar, pois elas têm medo de que o resultado venha a ser prejudicial a elas. O próprio *Black*

Belt destacou que essa resistência pode atuar de forma negativa sobre a confiabilidade dos dados. Ele ainda ressaltou que os projetos precisam deixar claro o tipo de ganho para os indivíduos envolvidos, isso para que o comprometimento deles seja alcançado. O ganho pode significar: melhores condições de trabalho (segurança, ambiente etc); trabalhar menos; e ganhar mais. Já algumas perdas sentidas pelos indivíduos podem ser: trabalhar mais não ganhando nada em troca; e o próprio aumento de produtividade sem uma recompensa associada.

Verificar os dados com coletas *ad-hocs*, segundo afirmado pelo *Black Belt*, é algo bom, pois existe um contexto em termos de ambiente e pessoas que os geram e conhecer esse contexto permite avaliar a confiabilidade do histórico dos dados. Além disso, ele destacou que as etapas *Measure* e *Analyse* são as que gastam mais tempo durante o desenvolvimento do projeto seis sigma.

Na fase *Control*, ocorre a validação dos ganhos. Nessa etapa, alguns projetos atingem o estimado na fase inicial, outros não atingem e alguns superam. Uma causa identificada pelo *Master Black Belt* como causadora dessas divergências foi a falta de apoio de especialistas da área financeira na estimativa dos ganhos na fase *Define*. Foi declarado, segundo o *Master Black Belt* e o *Black Belt*, que, nas etapas *Define* e *Control*, existem conflitos entre os *Belts* que as efetuam e os avalistas da área financeira devido a elas envolverem o estabelecimento de um relacionamento das medidas de desempenho não-financeiras e financeiras. Nesse sentido, o *Master Black Belt* estabeleceu que o avalista financeiro ajudasse no estabelecimento da estimativa inicial para que não fossem geradas falsas expectativas. Parte da distorção entre a estimativa e o validado também era causada pela consideração dos *Belts* de *softsavings*. Estes compreendem aumento nas vendas, que não são consideradas pelos especialistas da área financeira. Destaca-se que o *Black Belt* alegou que os especialistas da área financeira não priorizam muito a validação dos ganhos dos projetos porque, para eles, isso já aconteceu e eles têm outras prioridades.

Os indicadores de desempenho gerados na fase *Control* ficam sob controle local e, depois de três meses, são abandonados. Em alguns casos, não existe a necessidade de se fazer um controle, pois são projetos seis sigma que tratam da redução de mão-de-obra. Na fase *Control*, alguns indicadores de desempenho, mais voltados para capacidade, foram criados e isso forneceu informações, antes não detalhadas, que

ajudaram a área de projeto e desenvolvimento de produto a rever suas especificações com base nesses indicadores. Em termos de premiação, por enquanto, não existe nenhuma recompensa para os *Black Belts*.

Destaques comuns às fases sobre a medição de desempenho

Os produtos fabricados pela empresa estudada possuem muitos componentes e, conseqüentemente, muitas características críticas, e isso gera uma extensa base de dados. Esta, segundo o *Black Belt*, apresentou poucos casos em que a confiabilidade nos dados foi baixa, gerando poucas coletas de novos dados (coletas *ad-hocs*).

O *Master Black Belt* declarou que, com o programa Seis Sigma, a organização vai alcançar uma cultura baseada em fatos e dados. Ainda segundo o *Master Black Belt*, com os projetos seis sigma, as pessoas passaram a valorizar mais as decisões baseadas em fatos e dados.

Convém destacar que os *Belts* que ainda estão em treinamento não possuem dedicação exclusiva para o Seis Sigma, e isso contribui para o atraso no desenvolvimento dos projetos.

A empresa possui um sistema de informação que funciona como um ERP desenvolvido internamente, mas está migrando para um sistema ERP baseado em um pacote fechado. Esse sistema contempla um módulo relativo ao BSC, que também está em fase de implantação. Segundo o *Black Belt*, essa migração vem sendo difícil, pois existiam muitas planilhas eletrônicas nas áreas que se abasteciam do ERP de desenvolvimento próprio, e com a vinda desse novo sistema, a política da empresa está em não permitir sistemas paralelos, ou seja, as planilhas paralelas passaram a ser abandonadas. No entanto, o *Black Belt* destacou que uma reflexão sobre como inserir os melhores dados está ocorrendo.

A empresa ainda não tem experiências com o desenvolvimento de projetos na área administrativa sendo que os considera de mais difícil execução, principalmente no sentido de difundir os conceitos estatísticos entre o pessoal dessa área.

O *Black Belt* declarou que a atividade de coleta de dados é problemática, pois comumente os indicadores precisam ser desenvolvidos por não se ter, até o

momento, uma cultura baseada em fatos e dados que contribuísse nesse sentido. Essa declaração contradiz a do *Master Black Belt* apresentada anteriormente. Essa discordância pode ter sido causada pelo fato do *Master Black Belt* ter apresentado uma visão idealizada do Seis Sigma.

4.5.4 Fornecedora da Indústria Automotiva

A empresa estudada é uma filial de uma matriz alemã que produz componentes para o setor automotivo. Ela está localizada no interior do estado de São Paulo e possui 1.400 funcionários. Seu processo de produção é caracterizado por linhas de produção e células de produção. Os principais certificados da empresa são ISO/TS 16949, OHSAS 18001, ISO 14001 e ISO/QS 9000.

Os entrevistados foram dois *Black Belts* (um ligado à coordenação do Seis Sigma e outro responsável pelos indicadores da qualidade da sua área, além de possuir dedicação exclusiva ao Seis Sigma) e um *Green Belt*, que também atua como supervisor da produção.

O Seis Sigma na organização

Em 2002, por iniciativa própria, algumas pessoas na empresa começaram a desenvolver projetos seis sigma isoladamente, com a ajuda de uma consultoria externa.

No final de 2004, o CEO da corporação, que conhecia bem a cultura do Seis Sigma, impôs a todas as plantas do grupo a implementação do programa Seis Sigma. Isso fez com que fossem iniciados os primeiros treinamentos, que foram ministrados por uma consultoria externa. Logo depois, em 2005, o primeiro conjunto de projetos ocorreu e, em 2006, o segundo foi finalizado.

Gestão do programa Seis Sigma

Atualmente existe um acompanhamento do desenvolvimento dos projetos seis sigma feito por uma planilha eletrônica que permite visualizar o avanço entre as várias fases do DMAIC.

A empresa também tem um sistema para a gestão dos projetos, que permite que os mais bem sucedidos possam ser replicados para outros processos ou linhas de produtos da empresa.

Treinamento e estrutura de responsabilidades

De acordo com a Figura 4.3, o coordenador do Seis Sigma é quem conduz o programa, sendo que ele possui *Black Belts*, *Green Belts* e *Yellow Belts* subordinados a ele. O treinamento dos *Black Belts* e *Green Belts* é o tradicional. Os *Yellow Belts* estão envolvidos mais com a coleta de dados nos projetos seis sigma e recebem um treinamento de 12h que contempla algumas ferramentas da qualidade, alguns métodos estatísticos e de controle da qualidade. O treinamento *White Belt* é passado para todos os funcionários da empresa e tem por objetivo difundir uma conscientização do Seis Sigma em uma carga horária de 1,5h. Os *Champions*, que são gerentes das áreas e patrocinam os projetos, recebem o mesmo treinamento dos *White Belts*. O *Money Belt* é uma pessoa da área financeira que valida o ganho financeiro do projeto. Ele recebe o mesmo treinamento que o *Champion* acrescido dos elementos seleção e priorização de projetos. Aspectos ligados à medição de desempenho não são abordados no treinamento dos *Belts*.

Destaca-se que a criação da denominação de *Yellow Belt* e *White Belt* teve início em 2006 com o objetivo, segundo o *Black Belt* dedicação exclusiva, de promover uma aproximação dos *Black Belts* e *White Belts* com o nível hierárquico operacional (*Yellow Belts* e *White Belts*).

De acordo com o *Black Belt* dedicação exclusiva, os treinamentos *Yellow Belt* e *White Belt* tornaram a linguagem do Seis Sigma mais acessível às pessoas, facilitando o trabalho dos executores durante o desenvolvimento do projeto seis sigma em todas as suas etapas.

Atualmente a empresa possui 6 *Black Belts* e 16 *Green Belts*. Apenas um *Black Belt* possui dedicação exclusiva. Destaca-se também que os *Black Belts* precisam finalizar um projeto seis sigma, enquanto que os *Green Belts* precisam ter participado de apenas um projeto para serem certificados. Tanto os *Black Belts* quanto os *Green Belts* desenvolvem projetos.

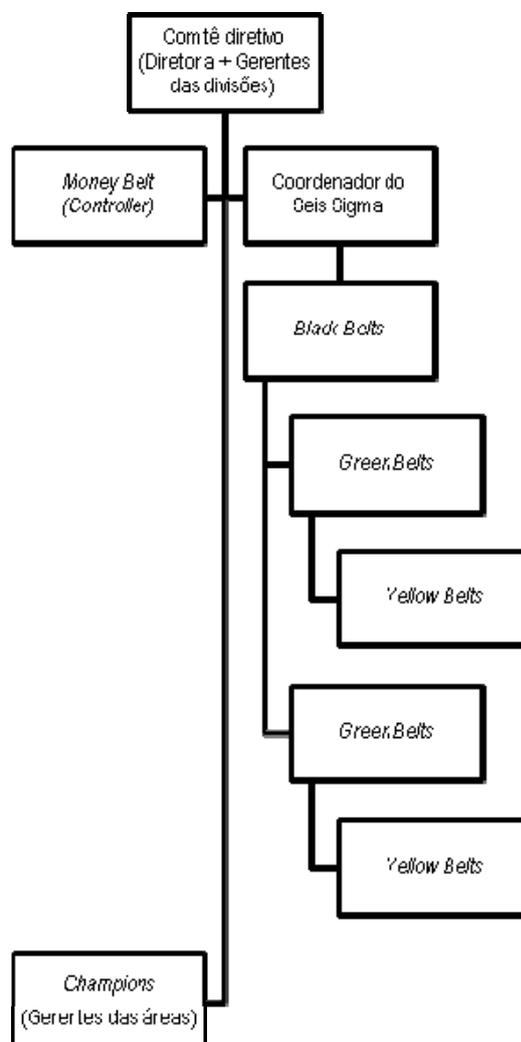


FIGURA 4.3 – Hierarquia do Seis Sigma da Fornecedora da Indústria Automotiva

O Quadro 4.7 apresenta algumas características sobre os *Belts* na empresa estudada.

QUADRO 4.7 – Caracterização dos *Belts* na Fornecedora da Indústria Automotiva

Denominação	Características básicas
<i>White Belts</i>	Todos os funcionários da empresa recebem esse treinamento
<i>Yellow Belts</i>	Todos os operários da fábrica recebem esse treinamento.
<i>Money Belt</i>	A empresa possui um com dedicação parcial.
<i>Green Belts</i>	A empresa possui 16 <i>Green Belts</i> com dedicação parcial.
<i>Black Belts</i>	A empresa possui cinco <i>Black Belts</i> com dedicação parcial e um com dedicação integral.
<i>Master Black Belt</i>	A empresa possui apenas um <i>Master Black Belt</i> com dedicação integral.

A medição de desempenho na seleção e priorização dos projetos seis sigma

Segundo o *Black Belt* ligado à coordenação do Seis Sigma, a elevada pressão dos gerentes fez com que, na primeira rodada de projetos, muitos projetos não-Seis Sigma fossem conduzidos. Com isso, não foi claramente estabelecido um critério de seleção nessa etapa.

Atualmente, os projetos seis sigma são escolhidos de acordo com o que é estratégico para a organização. A empresa possui algumas fontes geradoras de projetos seis sigma:

- *Value Stream Mapping* (ou, em português, mapeamento do fluxo de valor) – a partir dessa técnica são gerados projetos *Kaizen* e projetos seis sigma;
- análise dos indicadores de desempenho do sistema da qualidade;
- sugestões das pessoas; e
- metas de redução de custos, nas quais os gerentes de cada área escolhem a abordagem, que pode ser um projeto seis sigma, a ser utilizada para alcançar as metas.

O *Black Belt* com dedicação exclusiva relatou que a priorização dos projetos contidos em uma carteira abastecida pelas fontes relacionadas anteriormente é feita predominantemente pelos *Champions*, que são também gerentes das áreas.

A falta e a dificuldade de acesso às informações de custos foram vistas como prejudiciais a essa etapa de priorização de projetos, pois, com esse tipo de informação, podem ser priorizados projetos considerando-se a relação entre volume de vendas e margem de contribuição, seja esta positiva ou negativa.

A medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma

Foi destacado que os projetos seis sigma estão espalhados pelas diversas áreas da empresa, assim como as várias etapas dos processos produtivos.

Durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma, existe uma fase pré-*Define* que consiste no preenchimento de um formulário que contém informações do projeto. Esse formulário é avaliado pelo comitê Seis Sigma, o qual é formado pelos *Black Belts* e pelo coordenador do Seis Sigma, a fim de promoverem ajustes no projeto.

Com isso, o tempo médio dos projetos vem sendo reduzido, porque é após essa etapa que começa a ser contado esse tempo.

Logo na etapa *Define*, existe uma dificuldade em se estabelecer o relacionamento entre as medidas de desempenho financeiras e não-financeiras, que também persiste na validação da fase *Control*. Esse problema fica mais evidente quando as estimativas iniciais dos ganhos não atingem as metas na validação financeira do projeto. Nesse sentido, o envolvimento do *Money Belt* foi uma tentativa de tentar minimizar tal problema. No entanto, ele ainda persiste e a empresa tem planos para treinar um *Green Belt* específico da área financeira para que possa ajudar mais no estabelecimento do relacionamento das medidas não-financeiras, de *leading* (x_i) e *lagging* (y), com as medidas financeiras. Foi afirmado pelo *Black Belt* ligado à coordenação que o objetivo do *Green Belt* não será acompanhar os projetos, mas sim dar suporte na resolução desse problema. Enfim, o *Black Belt* ligado ao coordenador do programa destacou que a cobrança dos diretores e gerentes não está nos indicadores de desempenho não-financeiros (como DPMO), mas sim sobre os indicadores financeiros.

A empresa utiliza o *Activity Based Costing* (ABC) (ou, em português, sistema de custeio baseado em atividades), que foi apontado como crítico no estabelecimento do relacionamento entre não-financeiro e financeiro, porque os apontamentos do uso dos direcionadores de custos não são confiáveis e, conseqüentemente, as estimativas também não o são. Dentro desse contexto, foi destacado que, quando y é uma variável técnica (refugo, retrabalho, tempo etc.), a estimativa é mais coerente e, quando y é uma variável financeira (custo de ferramental etc.), a estimativa se torna mais incoerente. Ao lado disso, foi destacado que ganhos financeiros que não vão diretamente para o fluxo de caixa, chamados de *illusion money* pelos entrevistados, não são contabilizados nos ganhos dos projetos.

O *Green Belt* destacou que, nos projetos liderados por ele, a associação do não-financeiro com o financeiro é mais clara e isso fornece uma visão mais completa e detalhada do projeto, o que aumenta o seu envolvimento com o projeto.

Segundo o *Black Belt* dedicação exclusiva, as fases *Define* e *Measure* são muito dependentes, sendo que, algumas vezes, somente se consegue uma boa definição do problema na *Measure*. O *Green Belt* relatou que, na fase *Define*, já se tem uma percepção prévia do tempo que será demandando para coleta de dados na fase *Measure*.

Nas fases *Measure* e *Analyse*, existe certa dificuldade em se obter os x_i da equação $y = f(x_i)$, que estabelece o relacionamento entre as medidas de *lagging* (y) e *leading* (x_i). Outro destaque feito pelo *Green Belt* foi que alguns indicadores de desempenho estão muito agregados e, para se chegar aos x_i , torna-se inviável, e, com isso, uma nova coleta de dados acaba sendo necessária. Além disso, em alguns casos existe falta de confiabilidade no sistema, fazendo também com que novos dados sejam coletados a fim de se verificar o sistema.

Nas fases *Define*, *Measure* e *Analyse*, existe um problema relacionado ao acesso às informações, pois algumas são consideradas sigilosas, principalmente as de custos. Isso faz com que muito tempo seja gasto até que se consiga a liberação delas, quando não são negadas. Foi destacado que esse sigilo faz parte da cultura corporativa da organização. Inclusive, os ganhos dos projetos não são divulgados e, segundo o *Black Belt* entrevistado, caso ocorresse o contrário, isso poderia trazer uma sensibilização maior dos envolvidos rumo à busca da melhoria organizacional. O *Black Belt* dedicação exclusiva afirmou que, no seu caso, não surgiram dificuldades em conseguir informações relacionadas aos custos, pois o seu *Champion* facilitou isso.

Na fase *Measure*, foi declarado pelo *Black Belt* dedicação exclusiva que parte dos dados é coletada por sistemas automatizados, enquanto outros dependem da coleta dos operadores. Nesse último caso, inicialmente foi observado uma resistência dos operadores à coleta, pois tratava-se de uma atividade a mais que eles tinham que executar. No entanto, após um maior envolvimento com o Seis Sigma, os operadores passaram a se dedicar mais à coleta de dados, até dando sugestões para melhorar a forma com que elas eram executadas. O *Black Belt* dedicação exclusiva afirmou que a maioria dos dados de que ele precisa estão na sua própria área, sob a forma de planilhas eletrônicas locais desenvolvidas por ele. Ele ainda declarou que isso agiliza a *Measure* e, à medida que mais projetos seis sigma são desenvolvidos, mais informações são registradas, facilitando o desenvolvimento dos projetos futuros.

A fase *Analyse* foi destacada como sendo a mais demorada das etapas no desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso ocorre por causa da medição *ad-hoc* requerida nessa fase, ocasionada pela falta de um histórico de dados do problema e também por causa da falta de confiabilidade nos dados, em alguns casos. Todos os entrevistados destacaram o problema da confiabilidade dos dados, o *Black Belt*

dedicação exclusiva afirmou que, inclusive, alguns *Key Figures*, que são indicadores corporativos, não são confiáveis.

O *Black Belt* que acompanha a coordenação do programa destacou que, após a fase *Control*, é efetuado um acompanhamento de três meses sobre o y , e o controle sobre os x_i é evitado. Quando ocorre o último, isso é feito localmente. O mesmo entrevistado e o *Black Belt* dedicação exclusiva destacaram que, à proporção que aumenta o conhecimento dos processos (x_i), os próximos projetos parecem ser desenvolvidos com maior facilidade devido à existência do histórico de algumas causas. Destaca-se que o *Green Belt* relatou o caso de um projeto seis sigma em que um indicador de desempenho, depois dos três meses para estabilização, deixou de ser acompanhado, e, logo depois, o *Green Belt* precisou daquela informação abandonada, voltando a coletar os dados. Isso atrasa o projeto, segundo o *Green Belt*, pois se gasta um tempo extra.

De acordo com o *Black Belt* dedicação exclusiva, existe diferença entre a participação dos *Champions* no desenvolvimento dos projetos, e isso influencia o resultado dos mesmos. O mesmo entrevistado afirmou que, em sua área, a facilidade de acesso e o envolvimento do *Champion*, que também é seu chefe direto, com o programa Seis Sigma ajudaram muito no desenvolvimento dos projetos.

Após o término do projeto, não existe uma premiação remunerada para os envolvidos, existe apenas uma confraternização e uma exposição dos desenvolvedores dos projetos seis sigma à diretoria, o que, para a cultura da empresa, é bom porque a diretoria é vista como de difícil acesso. O *Black Belt* dedicação exclusiva e o *Green Belt* acreditam que uma recompensa financeira aos envolvidos com os projetos, provavelmente, incentivaria de forma positiva o envolvimento das pessoas no desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Destaques comuns às fases sobre a medição de desempenho

A empresa possui indicadores corporativos chamados de *Key Figures* em todas as unidades, os quais são desdobrados em outros *Key Figures* nas áreas. Os *Key Figures* compreendem sete indicadores: refugo, produtividade, absenteísmo, *turnover*, acidentes, ppm (no cliente) e *delivery* (no cliente).

O Seis Sigma para a organização está voltado para resolução de problemas, mas o *Black Belt* dedicação exclusiva destacou que tanto o *Champion* quanto os outros indivíduos da área em que ele atua passaram a ter uma postura mais analítica sobre os problemas depois da implantação do Seis Sigma. Essa mudança também foi destacada pelo *Green Belt*, que afirmou que incorporou a maneira analítica advinda do Seis Sigma de tratar os problemas na sua rotina como supervisor da produção.

A empresa investiu em dois projetos seis sigma administrativos no ano de 2005, porém eles demoraram muito para que fossem finalizados. A falta de patrocínio foi apontada como provável causa de insucesso no tempo de desenvolvimento desses projetos. Durante o desenvolvimento de alguns projetos, outros fatores como a complexidade técnica foram apontados como causadores do insucesso dos mesmos.

4.5.5 Empresa Financeira

A empresa analisada é representante de uma corporação americana aqui no Brasil. Ela é da área de serviços e atuante no setor financeiro. Possui diversas unidades espalhadas pelo Brasil, e o seu escritório central está localizado na cidade de São Paulo. A empresa possui cerca de 1.800 funcionários. Além do Seis Sigma, a empresa possui abordagens de apoio como *Management By Fact*, *Process Excellence*, *Lean Manufacturing* adaptada a serviços, *Design For Six Sigma*, *Kaizen*, *Just-do-it*, entre outras.

O protocolo de pesquisa foi utilizado para entrevistar três pessoas: o *Master Black Belt* responsável pelo Seis Sigma na organização, um *Black Belt* e uma *Green Belt*. Destaca-se que todos esses participantes também estão ligados à área Cultura de *Performance* na organização, e o primeiro é diretor dela.

O Seis Sigma na organização

O programa Seis Sigma começou a ser implementado na organização estudada em 2001. A iniciativa partiu de uma solicitação do CEO, que procurava atingir um *breakthrough* (rompimento) nos níveis de desempenho da empresa. Isso devido ao fato de a empresa estar investindo em outras organizações, sendo que muitas das agências adquiridas possuíam diferentes níveis de desempenho e, com isso, uma

abordagem que pudesse nivelar esses desempenhos a um nível superior tornou-se necessária.

Em meio a esse cenário, a empresa procurou por *Master Black Belts* em diversas empresas mundialmente reconhecidas por possuir o programa Seis Sigma, para que eles passassem a fazer parte desse novo empreendimento e, assim, pudessem projetar um programa Seis Sigma voltado para a área de serviços.

Em conjunto com o Seis Sigma, a empresa optou por implementar a Gestão pelas Diretrizes (GPD), que serviu como um modelo de gestão em que o programa Seis Sigma funcionaria como uma abordagem de suporte para implementar a estratégia. A Gestão Visual também foi considerada um elemento importante no cenário de serviços e, dessa forma, também foi adaptada em conjunto com as outras duas abordagens.

Gestão do programa Seis Sigma

Na organização estudada, existe uma estrutura de Tecnologia da informação (TI) exclusiva, voltada para o acompanhamento dos projetos seis sigma em âmbito mundial. Porém só são monitorados indicadores-macros, tais como o tempo de desenvolvimento dos projetos seis sigma e os ganhos financeiros atingidos.

Outro destaque é que existe um acompanhamento dos projetos entre o *Belt* e seu *Coach* numa frequência semanal com dedicação de 1,5 horas. O *Master Black Belt* destacou que os projetos seis sigma não são da pessoa, mas sim do negócio. Ele referiu-se a um caso em que o *Green Belt* que estava conduzindo um projeto saiu, mas o projeto continuou. Nesse sentido, o acompanhamento se torna importante, pois, caso alguém deixe um projeto que já passou por várias etapas como a seleção e priorização, é possível dar continuidade a ele. O tempo médio de duração dos projetos está em cerca de 9 meses para os *Black Belts* e 4 meses para os *Green Belts*. Os ganhos financeiros com os projetos são medidos numa frequência anual e, segundo o *Master Black Belt*, foram sempre progressivos.

Treinamento e estrutura de responsabilidades

A estrutura de responsabilidades do Seis Sigma na organização possui as seguintes denominações: *Champion*, que é um executivo o qual compra a idéia e

defende a realização do projeto em termos das viabilidades técnica, financeira, econômica e estratégica perante um conselho formado pela alta administração; *Sponsor*, que corresponde a um membro do conselho formado pela alta administração, normalmente um vice-presidente, que tem por objetivo dar visibilidade ao projeto; o Gerente do projeto, que pode ser um *Black Belt* ou *Green Belt*; *Coach* do projeto, este é um *Master Black Belt* para um *Black Belt* ou um *Black Belt* para um *Green Belt*; e *Financial partner*, que é o responsável da área financeira por validar as etapas que envolvem cálculos financeiros no projeto.

O treinamento *Master Black Belt* dura 12 semanas, englobando aspectos relacionados à GPD e aos processos de negócio; o *Black Belt* dura 4 semanas; e o *Green Belt* dura 2 semanas. Após serem treinados, os *Master Black Belts*, *Black Belts* e *Green Belts* recebem um prêmio financeiro pela obtenção da certificação. O conteúdo do treinamento é completo, com DOE, análise de R&R, apesar de a Empresa ser da área de serviços. Destaca-se também que aspectos sobre a medição de desempenho são abordados em todos os treinamentos.

Além do treinamento tradicional, todos os funcionários envolvidos com a melhoria do desempenho na empresa recebem um treinamento denominado Fundamentos da Qualidade, que tem 8 horas de duração e apresenta de forma rápida conceitos sobre a GPD; *Management By Fact* – MBF (ou, em português, Gestão Por Fatos); *Process Excellence* – PE (ou, em português, Excelência dos Processos); e Seis Sigma. Segundo a *Green Belt*, isso ajuda no desenvolvimento dos projetos na medida em que facilita o diálogo entre os *Belts* e os envolvidos com os processos. A empresa se utiliza da abordagem PE e MBF para criar uma Gestão por Processos que objetiva fornecer suporte ao desenvolvimento dos projetos seis sigma.

A PE se utiliza das etapas *Define-Measure-Control* do DMAIC para criar uma gestão mais voltada ao controle entre as áreas. Dentro desse controle, as áreas são pontuadas de 1 a 5 em níveis de maturidade na PE. O *Master Black Belt* afirmou que a PE procura representar os processos da área pelo SIPOC ao lado do uso da Gestão Visual. Isso tem contribuído para o desenvolvimento dos projetos seis sigma, pois serve para criar uma cultura de gestão por processos que, além de enfatizar os processos, também cria uma cultura baseada em fatos e dados. O treinamento em PE tem duração de 8 horas e também se aplica a outros funcionários envolvidos com a melhoria do

desempenho. Nesse treinamento, é passado o conceito de criação de indicadores de desempenho voltados para o uso. A sigla EMART (objetivos Específicos, Mensuráveis, Atingíveis, Relevantes e restritos a Tempo) serve de guia para criação de tais indicadores.

A abordagem da MBF consiste da Gestão Visual sobre algumas medidas de desempenho do processo “medidas de desempenho primárias” (y_i) e também sobre as medidas de desempenho que não podem se deteriorar, chamadas de “medidas de desempenho secundárias”, caso alguma ação sobre a “medida de desempenho primária” seja requerida. Para promover as melhorias nessa abordagem, algumas ferramentas da qualidade e métodos estatísticos básicos (Pareto, Causa-e-efeito, Histogramas etc.) são utilizados. Caso a aplicação dela não consiga resolver um problema, então parte-se para um projeto seis sigma. O *Black Belt* afirmou que as áreas possuem quadros em que esses indicadores são apresentados e, normalmente, os indicadores de resultado de uma área são os de causa de outra que está em um nível superior. Convém destacar que cada nível hierárquico possui indicadores estratégicos, táticos e operacionais. A MBF criou uma gestão visual dos indicadores envolvendo todos os níveis hierárquicos da empresa tanto em termos de uso para melhoria como em termos de divulgação.

A empresa possui um *Master Black Belt*, 5 *Black Belts* e 15 *Green Belts*. O *Master Black Belt* e os *Black Belts* possuem dedicação exclusiva ao programa Seis Sigma e prestam serviços a todas as áreas da empresa. No Quadro 4.8, uma síntese das características dos *Belts* é apresentada.

QUADRO 4.8 – Características dos *Belts* na Fornecedora Empresa Financeira

Denominação	Características básicas
<i>Green Belts</i>	A empresa possui 15 <i>Green Belts</i> com dedicação parcial; e A carga horária do treinamento é de 80 horas.
<i>Black Belts</i>	A empresa possui cinco <i>Black Belts</i> com dedicação integral; e A carga horária do treinamento é de 160 horas.
<i>Master Black Belt</i>	A empresa possui um <i>Master Black Belt</i> com dedicação integral; e A carga horária do treinamento é de 480 horas.

A medição de desempenho na seleção e priorização dos projetos seis sigma

Os projetos seis sigma costumam surgir por meio do desdobramento das diretrizes. O processo inicia-se com estudos de *benchmarking* externo. Com base nisso,

o *Master Black Belt*, um *Black Belt* especialista em GPD e os representantes das áreas do negócio avaliam as possibilidades do que precisa ser melhorado e estabelecem metas realistas a serem alcançadas. Depois disso, ocorre o desdobramento das diretrizes que podem desencadear projetos seis sigma. As diretrizes são expressas por medidas de desempenho. Foi destacado pelo *Master Black Belt* que o objetivo é fazer projetos seis sigma somente quando for realmente necessário. Num primeiro momento, a resolução do problema é buscada com o uso de outras abordagens na própria área. De acordo com o *Black Belt*, ao longo do desdobramento, as próprias áreas fornecem as “medidas de desempenho primárias” (ou CTQs) que precisam ser melhoradas para se alcançar determinada diretriz.

A priorização dos projetos seis sigma disponibilizados em carteira é feita por meio de uma classificação dos ganhos financeiros e da “tipagem” do projeto. A classificação financeira impõe que os ganhos com os projetos conduzidos pelos *Green Belts* sejam de, no mínimo, US\$250 mil e pelos *Black Belts* de, no mínimo, US\$700 mil. Já a classificação da “tipagem” está relacionada ao tipo de ganho que o projeto ocasionará, i.e., se é sobre aumento de receitas, aquisição de novos clientes etc. Destaca-se que não foi observado o uso do termo *hard/soft saving*.

A medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma

A forma de identificação dos indicadores de desempenho, tanto na fase *Define* como na *Measure*, é conduzida por indicadores de processo e pelas expectativas dos clientes. Como alguns processos têm muitos indicadores de desempenho, alguns passam por uma análise de Kano para se verificar quais deles são os mais importantes e em que nível. Na *Define*, também são definidas as “medidas de desempenho primárias” (CTQs) e as “secundárias” (as que podem ser afetadas pelas primárias).

O *Black Belt* e a *Green Belt* destacaram que o sistema de custeio utilizado, ABC, não era confiável. Isso conduziu ao cálculo dos custos para um patamar empírico com um acompanhamento extra dos direcionadores de atividades, algumas vezes até diferentes daqueles originais do sistema de custeio existente. Com isso, o cálculo das estimativas financeiras também foi prejudicado e ficou dependente de uma coleta de dados posterior. O *Black Belt* relatou que o custo associado a alguns processos não era fiel e estava na, maioria das vezes, muito agrupado. Por exemplo, existiam

processos que atendiam a diversos segmentos de clientes, e os custos desses processos eram rateados de forma arbitrária entre os segmentos de clientes, não existiam direcionadores de atividades adequados. Entretanto, foi relatado pelo *Black Belt* que, à medida que as dificuldades com o sistema de custeio surgiam com o desenvolvimento dos projetos seis sigma, modificações ocorriam no sentido de aprimorar tal sistema. O *Black Belt* também destacou que, quando o projeto envolvia apenas custos variáveis, o cálculo dos benefícios era coerente.

Durante a fase *Measure*, o *Master Black Belt* destacou que os indicadores de desempenho têm problemas de repetibilidade e reprodutibilidade. Ele afirmou que essa é uma característica comum à área de serviços. Em relação à repetibilidade, não se tem como passar a mesma proposta de crédito mais de uma vez pela mesma pessoa para se verificar se ela toma as mesmas decisões. Quanto à reprodutibilidade, passar uma mesma proposta por vários avaliadores também se torna complicado. Com isso, os dados dessa fase podem estar carregados com algumas incertezas que são levadas até a fase *Analyse*.

O *Black Belt* declarou que existe uma maior dificuldade na *Measure* em se obter o x_i e as medidas secundárias do que o y . Ele também afirmou que não existe a cultura de criar bases históricas na área de serviços, mas a MBF tem ajudado muito nesse sentido. Foi destacado que os processos são bem definidos, porém a grande maioria ainda não tem bases históricas. Além disso, o próprio *Black Belt* afirmou que, quando os dados existem, algumas vezes é necessário se fazer uma verificação. Ressalta-se que a *Green Belt* destacou que os macro-processos costumam não estar mapeados e, quando estão, muitos se encontram desatualizados. Por isso, gasta-se um tempo extra nessa atividade em alguns casos. Nessa etapa, a *Green Belt* relatou que faz um levantamento do organograma da área com os indicadores de responsabilidade de cada um, e isso tem ajudado na reflexão sobre o uso dos indicadores de desempenho.

Nesse mesmo sentido, a *Green Belt* também destacou que, em relação à coleta de dados, algumas áreas controlam o que não precisam, outras poucas controlam indicadores úteis, só que de forma incorreta, mas, no geral, os dados costumam não existir. Com isso, uma coleta é iniciada, porém existe uma dificuldade em envolver as pessoas, pois é necessário convencê-las de que a coleta é para o processo e não para os *Belts*. A *Green Belt* apontou duas classes de resistência que se relacionam tanto com a

coleta de dados quanto com o desenvolvimento dos projetos: a primeira é em relação às pessoas mais antigas que não querem mudar a forma como o trabalho vem sendo feito; e a segunda é com as pessoas recém chegadas, que querem coletar e melhorar à maneira delas, por acharem que podem resolver os problemas da melhor forma. Ainda foi relatado pela *Green Belt* que é preciso tomar cuidado, pois algumas áreas, depois de convencidas da importância da medição de desempenho, querem sair medindo tudo.

Com relação ao acesso aos dados, foi declarado pelo *Black Belt* que, de acordo com a diretriz da empresa, os dados são para uso de todos, e isso ajuda a etapa de coleta de dados, quando eles existem. No entanto, a *Green Belt* relatou dificuldades relacionadas à obtenção dos dados devido a eles serem confidenciais e, principalmente, dificuldade em extrair alguns dados do sistema, o que, muitas vezes, só pode ser feito com a ajuda de especialistas. O *Black Belt* e a *Green Belt* afirmaram que tais dificuldades geram atrasos no desenvolvimento dos projetos.

Uma observação interessante levantada pelo *Black Belt* é que, antes mesmo da fase *Control*, os indicadores levantados nas fases *Measure* e *Analyse* começam a ser incorporados na rotina por causa da carência de dados que os processos de serviços costumam ter.

Segundo o *Black Belt*, a coleta de dados em relação ao apontamento dos tempos das atividades, que são muito úteis para os serviços, é muito dependente das pessoas, pois o registro do tempo do fluxo de trabalho, que envolve várias atividades, muitas vezes, só pode ser relatado pelo próprio indivíduo. O *Black Belt* destacou que o único dado confiável que se tem é em relação ao tempo de trabalho das pessoas (tempo da entrada da pessoa até o almoço e o da chegada do almoço até sua saída). Outro problema em relação à coleta de dados é que existem áreas que nunca foram avaliadas com indicadores e, quando isso passa a ser feito, os gestores ficam frustrados, pois eles acreditavam estar se dedicando ao máximo e passam a perceber que estão perdendo muito tempo com atividades improdutivas. Esse tipo de informação, obtida por meio de indicadores, exige uma mudança de postura. Indicadores relacionados a quantidades (números de defeitos etc.) são mais fáceis de serem coletados do que os relacionados a tempo, segundo a *Green Belt*.

Outro problema nos projetos seis sigma na área de serviços, segundo o *Master Black Belt* e o *Black Belt*, é que, durante a fase *Analyse*, é difícil identificar os

modelos estatísticos que regem o relacionamento de causa-e-efeito entre os indicadores, fazendo com que a relação entre as medidas de *lagging* (y) e *leading* (x_i) fique obscura em relação aos x_i . Isso faz com que, após a fase *Analyse*, as considerações sobre os resultados dessa fase necessitem ser avaliadas cuidadosamente, pois existem muitas variáveis espúrias que podem afetar os resultados. Com isso, uma avaliação subjetiva considerando o contexto dos resultados é necessária para a tomada de decisões. Tanto o *Black Belt* como a *Green Belt* salientaram que as fases mais demoradas são a *Analyse* e a *Measure*, até porque alguns retornos da primeira à segunda ocorrem. Segundo a *Green Belt*, isso ocorre porque, conforme vai se aumentando o conhecimento sobre o processo, percebe-se que os dados foram coletados incorretamente (frequência etc.) ou que não foram coletados.

Antes da fase *Improve*, em virtude das possíveis incertezas que os dados da fase *Measure* geraram na *Analyse* e da obscuridade dos relacionamentos de causa-e-efeito, é convocada uma reunião entre o *Master Black Belt*, o *Champion* e o *Black Belt* (ou *Green Belt*) para verificar se o projeto terá continuidade. O *Master Black Belt* destacou que cerca de 4% dos projetos são abortados nessa etapa.

Uma técnica que é pouco aplicada na fase *Improve* em serviços, segundo o *Master Black Belt*, é a do DOE, pois, como se trata de pessoas e não de produtos, fazer experimentos pode ser prejudicial aos clientes. Com isso, em raríssimos casos se fazem experimentos com amostras bem pequenas, pois o custo de perdas de clientes pode ser elevado. A *Green Belt* relatou que a fase *Improve* torna-se mais demorada quando envolve mudanças tecnológicas, sendo que as relacionadas aos processos são mais fáceis de serem obtidas.

Após a *Improve*, a fase *Control* recebe uma atenção especial, pois a mudança no sistema causada pela melhoria pode não trazer exatamente os resultados esperados. Conseqüentemente, o controle é fundamental para se verificar se o processo não deteriorou requerendo outras mudanças. O *Black Belt* afirmou que, em função de um conhecimento maior do processo adquirido ao longo do desenvolvimento dos projetos na fase *Control*, podem ser criados indicadores permanentes e temporários, podendo ser tanto “medidas de desempenho primárias” quanto “secundárias” e que podem ficar tanto na MBF quanto em um controle local. A *Green Belt* evidenciou que o principal responsável pela inclusão ou exclusão de um indicador é o *Champion* da área.

A empresa não apresenta uma premiação financeira associada aos ganhos do projeto. Existe apenas uma forma de reconhecimento, que é pelo envio dos nomes das envolvidos com o projeto para os diretores da organização. Além disso, segundo o *Black Belt*, existe uma avaliação indireta de quanto os funcionários são aderentes ao programa Seis Sigma quando eles buscam ascensão no plano de carreira.

Destaques comuns às fases sobre a medição de desempenho

Os entrevistados declararam que o departamento onde estão envolvidos trata também de desenvolver uma cultura voltada para o uso dos indicadores de desempenho, o que também serve de apoio ao desenvolvimento dos projetos. A empresa estudada trabalha com quatro pilares de indicadores de desempenho:

- clientes externos: auxilia na análise a quantidade de serviços/benefícios que será fornecida ao cliente e o que se espera com isso;
- qualidade: enfatiza os processos críticos considerando a estratégia da empresa (crescer x%; etc.);
- acionistas: auxilia na avaliação do retorno exigido pelo acionista e dos investimentos necessários para que esse retorno seja alcançado; e
- funcionários: ajuda no estabelecimento de quanto será investido em treinamento e qual será o retorno que a empresa terá.

Entre os indicadores de desempenho do Seis Sigma mais utilizados para medir os processos administrativos, destaca-se o DPMO, porém existem medidas de desempenho como o C_{pk} , que está mais associada às variáveis como tempo e custo. Um destaque da empresa estudada é que, quando um processo é mudado e/ou indicadores são incluídos ou excluídos, as mudanças são repassadas para todas as agências, que já atualizam o processo modificado.

A *Green Belt* expôs que outras pessoas sem treinamento Seis Sigma têm interesse em se tornarem *Belts*, porém a dificuldade está em criar os projetos seis sigma, pois, para que se candidatem, elas precisam apresentar uma proposta de projeto.

O *Black Belt* relatou que o desenvolvimento dos projetos gera novos indicadores que são incorporados à MBF das áreas. Isso é visto como algo bom pelos

gestores, que passam a “apagar menos incêndios”, ou seja, se preocupam menos com o operacional e começam a se dedicar mais à gestão de pessoas (dar cursos, promoções etc.). Com isso, grande parte da gestão dos processos passou para os analistas, já que o controle ficou mais fácil devido à existência dos indicadores. Outro destaque dele foi para o fato de os indicadores precisarem ser revistos continuamente, pois, se perderem a relevância, as pessoas que os coletam podem deixar de fazer isso de forma adequada, e a confiabilidade dos dados pode diminuir. Uma política atual da empresa está voltada ao desenvolvimento de uma cultura *bottom-up* para o uso dos indicadores, visando garantir que exista uma reflexão sobre eles desde o operacional. Procura-se, por meio das pessoas que coletam e preparam os indicadores, promover um questionamento de “quem coleta” a “quem utiliza”. Um destaque interessante está no fato de que o programa de disseminação da cultura dos indicadores de desempenho para o uso começou *top-down*, mas a cobrança está sendo *bottom-up*.

Como a empresa não possuía uma equipe de TI exclusiva para atender às necessidades das áreas, existe muito controle dos indicadores por meio de planilhas eletrônicas. Isso, segundo o *Black Belt*, dá maior flexibilidade em relação às mudanças nos indicadores. Segundo o *Black Belt*, o fato de os resultados dos projetos não serem tão visíveis quanto numa empresa de manufatura provoca certa dificuldade de envolvimento das pessoas. O *Black Belt* ressaltou que elas precisam ter uma capacidade de abstração bem desenvolvida para enxergarem as oportunidades de melhoria.

O próximo capítulo apresentará uma análise, à luz da teoria revisada, sobre as evidências empíricas observadas nos casos.

5 ANÁLISES E CONCLUSÕES

O presente capítulo procura apresentar uma análise sobre os resultados encontrados no estudo dos casos sob a proposta de análise de Yin (2001). Ou seja, primeiramente será efetuada uma análise intracaso e depois uma análise intercasos. Posteriormente, as conclusões da tese serão apresentadas, seguindo-se com as recomendações para trabalhos futuros.

5.1 Análises intracasos

A seguir será efetuada uma análise dentro de cada um dos casos: Empresa de Produtos de Telecomunicações; Empresa de Papel e Celulose; Fabricante de Produtos para Linha Branca; Fabricante de Peças Automotivas; e Empresa Financeira.

5.1.1 Análise da Fabricante de Produtos de Telecomunicações

A forma de implementação do Seis Sigma na organização considera a existência de outras abordagens de melhoria, procurando posicioná-lo com um objetivo voltado para resolução de problemas e guiado pela estratégia. Em conjunto com isso, pode-se observar que o programa Seis Sigma se desenvolveu gradativamente com as “ondas de projetos” Seis Sigma.

Primeiramente, na busca pela disseminação da cultura, os projetos seis sigma realizados foram oportunistas, abrangendo apenas algumas áreas da empresa. Uma possível razão para não se aproveitar a primeira “onda de projetos” para a resolução de problemas mais prioritários pode ter sido a inexperiência no uso de indicadores de desempenho, principalmente relacionados à fase *Define*.

Por outro lado, tais projetos trouxeram apoio da alta administração da empresa, que até então não estava muito envolvida, devido aos ganhos financeiros, que nem eram esperados, mas foram obtidos na “primeira onda”. Isso demonstra que os ganhos financeiros dos projetos seis sigma chamam a atenção da alta administração. Num primeiro momento, isso pode ser considerado como algo positivo, porém gera expectativas que, se não atendidas, podem levar a um efeito contrário.

Já na segunda “onda de projetos”, os ganhos foram ainda maiores, e isso fez com que alguns *Belts* bem sucedidos nos projetos fossem promovidos. Dois acontecimentos foram destacados nesse momento. O primeiro foi a inclusão de um conteúdo sobre medição de desempenho, além de outros fatores. Isso fez com que mais projetos seis sigma fossem bem sucedidos em termos financeiros. Ou seja, a deficiência no uso dos indicadores apontada na fase *Define*, na “primeira onda”, parece ter uma relação negativa com o sucesso dos projetos.

O segundo acontecimento está relacionado à perda de *Belts*. Esse fator pode ser visto por duas perspectivas. Num primeiro momento, esses *Belts* podem ter sido motivados a desenvolverem projetos seis sigma para ganharem evidência, mas é possível que promovê-los para funções em que deixem de executar projetos seis sigma faça com que o potencial de ganho deles se reduza. Ao lado da ascensão profissional dos *Belts* foi observado que outras pessoas passaram a se interessar em participar como *Belts* dos projetos seis sigma. Esse destaque evidencia que a medição de desempenho na fase *Define*, que alinhou os projetos com estratégia, foi fundamental para que eles não comesçassem a existir para alcançar objetivos pessoais, mas sim objetivos da organização.

Observou-se também que o interesse da empresa em desenvolver primeiramente projetos na área de manufatura, em vez da área de serviços, foi induzido pelo fato de a área de manufatura já ter alguns indicadores, que, no caso, advieram da necessidade de uso da medição de desempenho da certificação ISO 9000. Isso também indica que, por não serem medidas, as oportunidades de melhoria na área de serviços podem ser maiores.

A expansão, para todas as etapas do DMAIC, de um software em que o *Master Black Belt* acompanha os projetos seis sigma tende a facilitar a gestão do programa Seis Sigma e, conseqüentemente, dos resultados dos projetos. Isso porque, ao se acompanhar cada etapa, ações, em caso de algum problema, podem ser tomadas, e a chance de sucesso aumenta. No entanto, destaca-se que orientar o Seis Sigma apenas pelos indicadores-macros do programa pode fazer com que a alta administração crie uma pressão excessiva sobre indicadores como ganhos financeiros totais sem considerar o número de projetos em andamento. Esse *trade-off* pode prejudicar o desenvolvimento de projetos bem sucedidos.

Outro fato observado foi que alguns gestores de áreas solicitaram o desenvolvimento de projetos com base em deficiências, que foram destacadas pelos indicadores. Isso retrata que, além dos projetos oportunistas, existem também outros direcionados por necessidades mais específicas. Demonstra também que os indicadores são utilizados para gerarem projetos seis sigma.

A “terceira onda” de projetos seis sigma, que não havia sido finalizada na época da realização da pesquisa na empresa, estava conduzindo à realização de projetos mais alinhados com a estratégia devido à existência de um pré-contrato em que o *Master Black Belt* avaliava a existência do alinhamento. Vale salientar que o alinhamento não era obtido por meio de desdobramentos da estratégia em projetos, mas dos projetos até o preenchimento das lacunas (diferença entre o desempenho esperado e o real) estratégicas das perspectivas do BSC. Isso pode fazer com que algumas lacunas, caso não surjam projetos para preenchê-las, fiquem insolúveis por tempo indeterminado. Apesar dessa restrição, observa-se que, após duas “ondas de projetos”, ocorreram evoluções sucessivas no desenvolvimento dos projetos que, direta ou indiretamente, dependeram da medição de desempenho como meio para serem alcançadas. Além disso, em algumas poucas áreas dentro da mesma organização, a estratégia é desdobrada em projetos, o que sugere que uma medição de desempenho mais evoluída pode conduzir a uma identificação de projetos seis sigma mais alinhados à estratégia. Apesar das diferenças, foi notado que o denominador comum de todas é a busca de ganhos financeiros, seja pela pressão da alta administração ou por interesses pessoais.

O fato de cerca de um quarto dos dados necessários à fase *Define* serem coletados de forma *ad-hoc* indica que existe uma falta de medição do desempenho ou uma falta de confiabilidade nos dados secundários.

A procura por projetos seis sigma, quando estes não são tão visíveis, pode conduzir à melhoria da medição de desempenho, pois reflexões sobre o que precisa ser medido para que os projetos sejam identificados ocorrem. Isso também depende da finalidade do projeto, pois projetos com fins pessoais podem não conduzir à uma reflexão sobre o uso das medidas de desempenho no contexto de identificação de projetos seis sigma. Convém também destacar que a gestão dos projetos seis sigma na empresa não está desenvolvida de forma uniforme entre as áreas. Um fato observado foi que algumas áreas possuem opções de escolha, com base em uma carteira de projetos

seis sigma, dos projetos a serem executados, enquanto outras possuem dificuldade em encontrar projetos.

A estimativa dos ganhos financeiros na *Define* indica a presença de problemas. Primeiro, a recorrência a ajustes, o que aponta para uma falta de confiabilidade nos dados que foram utilizados na elaboração da estimativa. Segundo, na fase *Control*, tal estimativa se mostrou incoerente, sempre abaixo do real obtido.

Isso pode fazer com que prioridades futuras feitas sobre as estimativas dos ganhos iniciais sejam questionadas. Como o sistema de custeio não foi modificado entre as duas avaliações financeiras e foi considerado confiável, os fatos sugerem que existe uma baixa confiabilidade nos dados não-financeiros coletados no início, pois os da fase *Control* são novos por serem coletados após a implementação das melhorias.

Problemas relacionados com a confiabilidade dos dados também foram notados nas fases *Measure* e *Analyse*. Isso pode estar relacionado a uma falta de entendimento do uso da medição de desempenho pelas pessoas. Por não perceberem a importância do uso dos indicadores, elas desvalorizam e executam inadequadamente a coleta de dados, conforme evidenciado no caso descrito pelo *Green Belt*. Outra possibilidade é a falta de um plano de coleta de dados que garanta que todos estejam coletando-os da mesma forma. Destaca-se que a facilidade de acesso às informações foi relatada como um fator facilitador durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Porém, destaca-se que, mesmo estando disponíveis, os dados podem não ter qualidade em termos de confiabilidade.

Os projetos seis sigma parecem influenciar a medição de desempenho à medida que as pessoas, além dos *Belts*, que começam a se envolver com os projetos valorizam mais a coleta de dados e tomam consciência do uso das medidas de desempenho. Em projetos em que novos dados precisaram ser coletados, antes mesmo de os *Belts* retomarem as etapas como a *Analyse*, por exemplo, melhorias já eram efetuadas pelos colaboradores, pois a coleta com foco no uso proporcionava análises preliminares pelos participantes.

A recorrência da fase *Analyse* à fase *Measure* foi observada como freqüente devido ao constante crescimento do conhecimento do processo e suas causas ao longo do desenvolvimento do projeto. Isso pode conduzir à loucura da medição, em que todos os x_i possíveis podem ser alvo da medição de desempenho, porém é mais

conveniente se preparar para uma coleta de dados mais eficiente e eficaz quando houver retorno à fase *Measure*. Observou-se também que a modelagem do processo por meio de um SIPOC, por exemplo, pode facilitar a identificação das causas, ou seja, investir um tempo maior nessa etapa pode ser benéfico para todo o desenvolvimento do projeto.

Os projetos seis sigma, possivelmente em função dos resultados financeiros alcançados, têm promovido uma reflexão sobre a utilidade dos indicadores gerados na fase *Control* até pela alta administração. A preocupação com o financeiro é evidenciada até pela matriz, que tem promovido auditorias nesse aspecto. Nesse sentido, parece que o objetivo inicial do Seis Sigma, que era o de mudança cultural, evoluiu, por pressão da própria alta administração, para objetivos financeiros.

O sistema ERP utilizado exige um esforço complementar do nível operacional no que tange ao controle dos indicadores à medida que planilhas eletrônicas paralelas são necessárias. A flexibilidade do sistema, que poderia ajudar nesse caso, é afetada por dificuldades técnicas e pelo elevado custo para adaptar para as áreas as mudanças. Enfim, uma estrutura de tecnologia da informação sem flexibilidade pode dificultar o acesso aos dados, pois, quando as planilhas eletrônicas paralelas surgem, elas ficam mais restritas às áreas que as desenvolveram. No entanto, conforme relatado no caso, uma situação mais crítica ainda é quando o projeto seis sigma tem que se adaptar aos dados do ERP. Isso pode fazer com que os projetos passem a ser orientados por uma estrutura de TI que não contempla a realidade devido à falta de flexibilidade dela. A incompatibilidade das atualizações do ERP com as planilhas eletrônicas das áreas também é um problema, porém o ideal seria que tais planilhas eletrônicas não fossem necessárias para um sistema mais flexível.

Conforme observado, os principais fatores relacionados ao desenvolvimento de projetos seis sigma administrativos estão ligados à falta de uma medição de desempenho que aponte, oriente e evidencie as melhorias. Isso também acontece nos projetos de processo de manufatura, contudo neles os processos costumam estar mapeados, enquanto que nos de serviços não. Existe uma falta de processos de serviços mapeados, e isso conduz à falta de medidas de desempenho, o que em conjunto promove uma falta de entendimento das relações de causa-e-efeito, além da falta de estabilidade no processo por existir um desconhecimento das causas do mesmo.

Enfim, alguns pontos do caso estudado relacionados à medição de desempenho que influenciam o desenvolvimento dos projetos seis sigma:

- os sistemas de custeio implementados não suportam as necessidades de informações exigidas pelos projetos seis sigma;
- a falta de medidas de desempenho dificulta a identificação dos projetos seis sigma;
- a inclusão de aspectos sobre a medição de desempenho nos treinamentos auxilia no desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a falta de confiabilidade nos dados influencia o resultado da estimativa financeira para menos;
- a medição de desempenho influencia outros fatores que atuam sobre o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a versatilidade da estrutura de Tecnologia da informação afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a facilidade (ou dificuldade) de acesso às informações não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a cultura baseada em fatos e dados afeta a confiabilidade dos dados usados nos projetos seis sigma; e
- o aumento do conhecimento das relações de causa-e-efeito promove mudanças na medição de desempenho que afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma.

5.1.2 Análise da Empresa de Papel e Celulose

O programa Seis Sigma na empresa tem como objetivo promover a execução das diretrizes estratégicas por meio dos projetos seis sigma. A utilização de um manual para direcionar a gestão do programa promoveu uma visão unificada entre as unidades corporativas do que precisa ser difundido e gerenciado em cada uma a respeito do programa.

O processo de seleção de *Black Belts* foi constatado como um fator crítico, pois não considerar o perfil do candidato pode fazer com que investimentos em treinamento, além dos esforços e recursos utilizados no desenvolvimento de projetos

seis sigma, possam ser desperdiçados caso o *Black Belt* não consiga conduzi-lo adequadamente. Além disso, a saída de alguns *Black Belts* da corporação ou mesmo para cargos executivos, neste caso pelo ganho de visibilidade que os resultados dos projetos propiciam, faz com que o programa Seis Sigma seja prejudicado.

A empresa utiliza a GPD para desdobrar suas diretrizes em projetos. No entanto, os participantes da GPD têm dificuldades em identificar projetos seis sigma para formação de uma carteira de projetos. Isso pode estar ocorrendo devido ao relacionamento do conjunto de indicadores de desempenho ainda estar sendo explorado pelas pessoas para que o entendimento dele se estenda até o nível operacional. Ou seja, os indicadores de desempenho usados na GPD não garantem um escopo bem definido para os projetos devido ao fato de eles não terem uma relação direta com os indicadores de desempenho do nível operacional.

A cultura baseada em dados produzida pelo Seis Sigma tem feito com que a alta administração, em suas reuniões, se utilizem de projetos seis sigma para solucionar, de forma radical, problemas com indicadores-macros.

Na fase *Define*, o estabelecimento de projetos para implementar as ações definidas no desdobramento estratégico torna o escopo dos projetos muito amplo, e isso faz com que essa fase se estenda por mais tempo. Isso evidencia que, apesar de parecer mais adequado implementar ações definidas no desdobramento estratégico sob a forma de projetos seis sigma, escopos muito extensos podem ser gerados. Uma medição de desempenho que gere indicadores muito agrupados (sintéticos) e que são difíceis de serem separados pode induzir ao estabelecimento desses escopos demasiadamente extensos. Outro fato verificado é que, mesmo os projetos sendo desdobrados a partir de indicadores estratégicos, os ganhos financeiros com os projetos continuam a ter elevada importância, sendo que até *Black Belts* mais qualificados são alocados para os projetos mais atrativos em termos financeiros. Enfim, o problema de usar indicadores de desempenho estratégicos, que por natureza são sintéticos, pode ser amenizado se eles forem mais desdobrados para que o escopo dos projetos seja diminuído.

O estabelecimento da meta na fase *Define* pode ser um fator crítico para o projeto, pois as prioridades dos recursos, como a escolha do *Black Belt*, são afetadas pela estimativa dos ganhos financeiros do projeto, que depende da meta. Como ela é estabelecida por critérios estatísticos e dados históricos, ela pode ser afetada pela

confiabilidade dos dados que a geram. Com isso, dados não confiáveis podem conduzir a metas incoerentes e resultados insatisfatórios nos projetos.

A empresa procurou melhorar o processo de avaliação financeira do projeto nas fases *Define* e *Measure*, tentando promover uma maior aproximação, por meio de um treinamento *Green Belt*, entre o avalista financeiro dos projetos, que tem mais uma visão financeira das variáveis, e as variáveis não-financeiras comuns aos projetos seis sigma.

Os custos indiretos, que poderiam causar grandes distorções e exigir um sistema de custeio mais sofisticado e sujeito a mais falhas na implementação, são a minoria dos custos totais na empresa. Isso sugere que o sistema de custeio não é uma barreira para a empresa no que se refere ao estabelecimento do relacionamento entre o financeiro e o não-financeiro. Dessa forma, parece que a falta de concordância sobre as estimativas financeiras entre o avalista financeiro e os *Belts* tem outros fatores a serem considerados.

O uso de um *check-list* para o acompanhamento das fases pode ser caracterizado como um fator importante para o sucesso dos projetos. A consideração de elementos relacionados à medição de desempenho dentro desse *check-list* destaca que a empresa se preocupa com o uso da medição de desempenho.

A empresa, devido à natureza do seu processo de produção (contínuo), possui uma coleta de dados que enfatiza os custos das falhas internas. A natureza do processo também faz com que os indicadores-chave não sejam modificados ao longo do tempo. Isso leva a alta administração a estabelecer metas de melhorias cada vez mais rigorosas sobre tais indicadores.

O desenvolvimento dos projetos seis sigma tem ampliado o conjunto de indicadores de desempenho, pois o resultado deles aumenta o conhecimento das relações de causa-e-efeito, o que gera indicadores x_i que são de controle local. Ou seja, os projetos têm difundido a medição de desempenho cada vez mais para as causas dos processos. Outro destaque sobre isso é que, ao surgirem novos indicadores, quando são feitos projetos seis sigma sobre os y_i , os x_i ainda não foram coletados, e ocorrem demoras por causa da coleta de dados nas fases *Define*, *Measure* e *Analyse*. Ou seja, num primeiro momento, a falta de conhecimento inicial sobre o processo influencia negativamente o tempo de desenvolvimento dos projetos.

A estrutura de TI utilizada pela empresa, por ser flexível a custos reduzidos, facilita o uso e a atualização dos indicadores. Essas características suportam as necessidades do programa Seis Sigma, facilitando o desenvolvimento dos projetos. Observa-se que o programa Seis Sigma também promoveu uma melhoria na análise dos indicadores do SI, que deixaram de ser analisados de forma determinística e passaram a considerar a variabilidade, além de promover uma análise mais crítica das pessoas.

O fato de os processos administrativos serem mapeados, mas não medidos indica que as pessoas consideram que a geração de valor está na produção e, por isso, a medição de desempenho está mais desenvolvida nela do que nas áreas administrativas, que são vistas mais como de suporte. De uma forma geral, em serviços é mais difícil visualizar os problemas, pois, na área de manufatura, atrasos com formação de filas ou mesmo lotes inteiros sendo refugados são mais evidentes. Enfim, os principais fatores observados relacionados ao desenvolvimento de projetos seis sigma administrativos foram: falta de acesso aos dados; falta de disponibilidade de dados; falta de conhecimento das relações de causa-e-efeito entre os y_i e x_i ; e dificuldade em visualizar os problemas pelo fato de os processos administrativos serem mais abstratos.

A falta de convergência entre as metas praticadas por outras abordagens como a GPD e o *Benchmarking* Competitivo Interno promove um conflito de interesses gerado por um uso não concordante das medidas de desempenho, o que pode influenciar negativamente os projetos seis sigma, pois as metas influenciam a escolha do caminho a ser seguido no desenvolvimento dos projetos.

Enfim, a análise destacou alguns fatores relacionados à medição de desempenho que influenciam o desenvolvimento dos projetos seis sigma:

- a falta de medidas de desempenho dificulta a identificação dos projetos seis sigma;
- a falta de confiabilidade nos dados influencia o resultado da estimativa financeira para menos;
- a medição de desempenho influencia outros fatores que atuam sobre o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a versatilidade da estrutura de Tecnologia da Informação afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;

- a facilidade (ou dificuldade) de acesso às informações não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- o aumento do conhecimento das relações de causa-e-efeito promove mudanças na medição de desempenho que afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- o desenvolvimento dos projetos seis sigma promove um uso mais analítico da medição de desempenho; e
- o detalhamento do desdobramento das diretrizes influencia o escopo da fase *Define*.

5.1.3 Análise da Fabricante de Produtos para Linha Branca

A implementação do Seis Sigma nessa organização começou com o objetivo de resolver problemas, enfatizando a redução de custos e visando também à disseminação da cultura Seis Sigma. Ao lado disso, encontra-se a gestão do programa Seis Sigma, que ainda está numa fase inicial, sendo o acompanhamento dos projetos informal.

A falta de aderência de alguns *Belts* à cultura Seis Sigma, que é voltada para fatos e dados, prejudica o desenvolvimento dos projetos seis sigma e pode conduzir a uma influência negativa do comportamento dos *Black Belts* aos *Green Belts*.

O conhecimento sobre o processo foi verificado como sendo um fator importante que auxilia na aplicação dos métodos estatísticos e das ferramentas da qualidade à proporção que fornece uma visão melhor do equacionamento $y=f(x_i, x_{i+1}, \dots, x_n)$. Isso sugere que utilizar *Belts* com conhecimentos específicos de um assunto de forma flexível em áreas que contemplam assuntos diferentes pode dificultar o entendimento desse equacionamento.

A seleção e a priorização dos projetos seis sigma a serem desenvolvidos, devido ao estágio inicial de implantação, ainda não ocorrem, existindo ainda uma falta de projetos. Outro destaque é a dificuldade em definir se um projeto deve ou não utilizar

o método Seis Sigma. Por isso, a decisão da escolha dos projetos fica por conta do próprio *Black Belt*, que apesar de receber sugestões de projetos baseadas em indicadores de desempenho por alguns gerentes das áreas, pode optar por executar (ou não) tais projetos.

Apesar de não existir um critério para a seleção dos projetos, a pressão do *Champion* sobre os ganhos financeiros existe, e isso influencia a estimativa dos ganhos para menos, pois, caso contrário, expectativas falsas podem ser geradas, prejudicando, principalmente, o *Black Belt*. Ou seja, a medição de desempenho influencia o comportamento dos *Belts* à medida que eles são cobrados pelas estimativas financeiras realizadas no começo dos projetos. Além disso, tal influência parece gerar um maior comprometimento dos *Belts* em relação aos projetos que estão conduzindo.

Outro fato destacado foi que não existe uma participação intensa de especialistas da área financeira para auxiliar a estimativa dos ganhos na fase *Define*. Isso também prejudica a comparação entre o estimado e o validado na fase *Control*. Ao lado disso, existe um conflito entre a visão dos especialistas da área financeira e a dos *Belts* no estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras. A falta de um consenso entre o avalista financeiro e o *Belt* parece prejudicar o desenvolvimento do projeto, principalmente devido à pressão, relatada no parágrafo anterior, que os *Belts* recebem sobre os resultados financeiros que precisam ser alcançados.

Os produtos da empresa possuem muitas CTQs e, com isso, muitos dados são gerados. Contudo, a confiabilidade dos dados foi destacada como um fator crítico, em que o hábito de verificar os dados parece imperar. Além disso, muitos x_i , que não estão nas bases de dados, precisam ser coletados de forma *ad-hoc* nas fases *Measure* e *Analyse*. Isso faz com que essas fases sejam as que mais demandam tempo nos projetos seis sigma.

A resistência das pessoas à coleta dos dados, por causa do medo que elas têm serem julgadas pelo que eles indicam, foi um fator constatado como crítico. Essa resistência é causada por uma cultura organizacional baseada no medo, em que os problemas não são vistos como oportunidades de melhoria. Essa resistência afeta negativamente a confiabilidade dos dados. Ou seja, aspectos organizacionais, como

cultura baseada no medo, influenciam os projetos seis sigma via medição de desempenho.

Denominar de projetos seis sigma projetos que visam reduzir a necessidade de mão-de-obra parece um pouco inconsistente com o objetivo do Seis Sigma, que é o de reduzir a variabilidade dos processos. Porém, conforme foi destacado, a empresa ainda está numa fase inicial de disseminação da cultura Seis Sigma. Nesse sentido, fazer uso da estrutura de pessoas, técnicas e método do programa pode ajudar a desenvolver outros projetos não-Seis Sigma de forma mais estruturada.

A mudança de uma estrutura de TI para outra com plataforma diferenciada tem feito com que as pessoas façam uma reflexão sobre os indicadores do sistema, e isso, em conjunto com as necessidades de medidas dos projetos seis sigma, pode conduzir a uma estrutura de TI mais baseada no uso.

Os projetos seis sigma administrativos, apesar de não terem sido conduzidos ainda pela empresa, foram destacados como sendo de difícil elaboração devido a dois fatores: dificuldade de entendimento do pessoal administrativo dos conceitos estatísticos envolvidos no Seis Sigma e falta de indicadores de desempenho para esses processos. O primeiro fator não tem evidências concretas. No entanto, o segundo foi destacado como marcante para esse tipo de processo.

Enfim, a análise evidencia alguns fatores que influenciam o desenvolvimento dos projetos seis sigma:

- os sistemas de custeio implementados não suportam as necessidades de informações exigidas pelos projetos seis sigma;
- a falta de medidas de desempenho dificulta a identificação dos projetos seis sigma;
- a falta de confiabilidade nos dados influencia o resultado da estimativa financeira para menos;
- a cultura baseada em fatos e dados afeta a confiabilidade dos dados usados nos projetos seis sigma;
- o aumento do conhecimento das relações de causa-e-efeito promove mudanças na medição de desempenho que afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;

- o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma; e
- o desenvolvimento dos projetos seis sigma promove um uso mais analítico da medição de desempenho.

5.1.4 Análise da Fabricante de Peças Automotivas

O fato de essa empresa ter vivenciado duas formas de implementação do programa evidencia que na primeira, *bottom-up*, a aderência foi menor, enquanto que na segunda, *top-down*, a difusão foi maior. Isso evidencia que a alta administração exerceu influência sobre a implementação do Seis Sigma nessa empresa.

O acompanhamento dos projetos seis sigma na organização é feito por meio de planilhas eletrônicas e permite que eventuais demoras que possam surgir nas fases do DMAIC sejam percebidas para que ações sejam tomadas.

A empresa não possui aspectos específicos ligados à medição de desempenho no treinamento dos *Belts*, porém a criação da denominação *White Belts* e *Yellow Belts* contribuiu positivamente para a aproximação dos *Black* e *Green Belts* com os executantes dos processos, que, muitas vezes, são os responsáveis pela coleta de dados, uma das entradas para o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso promove um envolvimento maior do operacional com os projetos seis sigma, gera uma economia de tempo para os *Black* e *Green Belts* e tende a melhorar a confiabilidade dos dados.

Inicialmente, os projetos seis sigma na empresa em questão eram selecionados em função dos interesses dos gerentes, porém, com a diretriz de que se fizessem projetos relacionados à estratégia, com uma análise sobre as medidas de desempenho, outras fontes de projetos começaram a ser avaliadas. Nesse processo, tanto a falta quanto a dificuldade de acesso às informações de custos prejudicam a seleção e priorização dos projetos. Observa-se que não basta ter um sistema de medição de desempenho que reflita a estratégia, como preconizam muitos autores de medição de desempenho. Faz-se necessário ter também acesso às medidas de desempenho financeiras e não-financeiras para se obter uma seleção e priorização de projetos seis sigma adequada.

Apesar de existirem muitos outros fatores que influenciam o tempo de desenvolvimento de um projeto seis sigma, a utilização de uma fase pré-*Define* em que um comitê avalia e decide se os projetos seis sigma propostos precisam ser ajustados pode contribuir para redução do tempo de desenvolvimento e também tende a garantir um maior alinhamento dos projetos.

O relacionamento das medidas de desempenho não-financeiras com as financeiras foi apontado como um fator crítico para o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso ocorre pela ênfase que a gerência e a alta administração atribuem aos ganhos financeiros dos projetos – uma característica típica dos programas Seis Sigma – que ocorre nas fases *Define* e *Control*.

Isso acontece porque parece existir uma falta de consenso entre a visão dos *Belts* e dos avalistas financeiros dos projetos. Além disso, o sistema de custeio, apesar de ser baseado em atividades, parece falhar ao não possuir informações adequadas e confiáveis devido a problemas de acurácia resultantes da sua estruturação e uso. Além da importância financeira para a alta administração e gerência, o estabelecimento desse relacionamento faz com que exista um maior envolvimento dos *Belts* no desenvolvimento dos projetos, pois isso fornece uma visão mais completa de quanto, em termos financeiros, o que está sendo feito vai contribuir para a organização. Ou seja, a orientação financeira parece promover envolvimento na consecução dos projetos seis sigma.

O uso de indicadores de desempenho muito agregados, levantados nas fases *Measure* e *Analyse*, foi visto como crítico porque, quando se precisa chegar aos x_i , desmembrá-los se torna uma tarefa difícil. Isso faz com que a coleta *ad-hoc* seja mais adequada. Ao lado disso, foi observado que, em alguns casos, existe um hábito de verificação dos indicadores. Isso aponta para uma falta de confiança na atividade de coleta de dados da empresa. O fato de esses dados terem sido coletados numa época em que a cultura baseada em fatos e dados não era tão disseminada, gerando dados não confiáveis, também pode induzir a esse tipo de ação.

A dificuldade de acesso às informações relacionadas aos custos, função da cultura da empresa, também foi evidenciada como crítica nas fases *Define*, *Measure* e *Analyse*, porque isso aumentou o tempo dessas fases. Um destaque a esse respeito é

que o *Champion* do *Black Belt* com dedicação exclusiva, por estar próximo a ele, eliminou essa dificuldade.

O fato de um dos *Black Belts* estar dedicado integralmente a uma área e também ser o responsável pela medição de desempenho dela fez com que a confiabilidade nos dados melhorasse devido a ele disseminar amplamente a cultura baseada em fatos e dados do Seis Sigma para os envolvidos na sua área. Isso fez com que menos coletas *ad-hocs* fossem necessárias.

Na empresa estudada parece existir um dilema entre não controlar e controlar os x_i . Por um lado, a criação de muitos indicadores pode conduzir a uma loucura da medição de desempenho; por outro, ter um histórico dos x_i pode auxiliar o desenvolvimento dos projetos seis sigma. O próprio caso relatado pelo *Green Belt* de que um indicador foi abandonado e depois voltou a ser necessário evidencia as conseqüências de não coletar dados sobre esse tipo de variável.

Apesar de não existir nenhuma premiação financeira atrelada ao desenvolvimento dos projetos seis sigma, o reconhecimento em forma de ganhar visibilidade para os executivos da empresa foi constatado como um fator positivo. No entanto, promover a ligação dos ganhos dos projetos com recompensas financeiras foi apontado pelos *Belts* como algo que poderia gerar um maior envolvimento deles nos projetos. Isso pode demandar uma maior precisão no estabelecimento dos ganhos dos projetos – algo difícil atualmente por problemas dos dados de custos e financeiros. Por outro lado, talvez resolva melhor o dilema de acompanhar os x_i .

Os projetos seis sigma conseguiram, por meio do uso dos indicadores e da forma estruturada de conduzir os projetos, promover uma melhoria na análise dos dados sobre medição de desempenho, que passou a fazer parte do dia-a-dia das pessoas. Isso evidencia que o uso da medição de desempenho foi potencializado pelos projetos seis sigma à medida que as pessoas tomavam contato com eles.

A dificuldade técnica foi apontada como um fator que pode prejudicar o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso porque os *Black Belts* não têm o mesmo conhecimento. Logo, os mais competentes em uma determinada área de conhecimento têm maiores chances de realizar projetos seis sigma bem sucedidos nessa mesma área. Enfim, a análise evidencia alguns fatores que influenciam o desenvolvimento dos projetos seis sigma:

- os sistemas de custeio implementados não suportam as necessidades de informações exigidas pelos projetos seis sigma;
- a medição de desempenho influencia outros fatores que atuam sobre o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a facilidade (ou dificuldade) de acesso às informações não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a cultura baseada em fatos e dados afeta a confiabilidade dos dados usados nos projetos seis sigma;
- o aumento do conhecimento das relações de causa-e-efeito promove mudanças na medição de desempenho que afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- o desenvolvimento dos projetos seis sigma promove um uso mais analítico da medição de desempenho;
- a autonomia dos *Belts* promove uma estruturação da medição de desempenho no sentido do uso pelos projetos seis sigma; e
- a disseminação dos conceitos do Seis Sigma ajuda a promover uma cultura baseada em fatos e dados.

5.1.5 Análise da Empresa do Setor Financeiro

Uma mudança na estratégia corporativa deu início ao programa Seis Sigma nessa organização. Nesse sentido, a implementação teve apoio da alta administração, que inclusive despendeu recursos para contratar *Master Black Belts* do mercado. O objetivo com o programa era levar as várias agências adquiridas a níveis de desempenho superiores.

Depois de a equipe de *Master Black Belts* ter sido formada, foi reestruturada a forma de gestão da empresa. Forma essa na qual a estratégia foi desdobrada pela Gestão pelas Diretrizes, em que os projetos seis sigma em conjunto

com a Gestão Visual seriam utilizados para auxiliar a execução da estratégia. Isso procurou estabelecer uma integração entre o estratégico e o operacional.

A gestão do programa Seis Sigma ocorre por meio de indicadores macros de desempenho do programa Seis Sigma num âmbito mundial e por meio de acompanhamentos semanais num âmbito local. Foi averiguado que o acompanhamento local se deve ao fato de que os projetos, se abandonados pelo responsável, podem ser continuados. Essa preocupação é oriunda das metas financeiras ambiciosas associadas a cada projeto seis sigma.

O treinamento, apesar de ser numa empresa da área de serviços, contempla todo o conteúdo do Seis Sigma para manufatura. Além disso, aspectos da medição de desempenho e a sua importância na ligação dos objetivos estratégicos com o operacional são abordados nos conteúdos dos treinamentos. Isso foi relatado como positivo pelos entrevistados, pois reforça bem a importância da ligação dos projetos com os objetivos do negócio.

Os gestores do programa Seis Sigma reconhecem que os projetos seis sigma precisam ser desenvolvidos num ambiente em que a gestão por processo ocorra. Para isso, as abordagens *Process Excellence* e *Management By Fact* visam construir uma gestão de processos com o uso de indicadores de desempenho voltados para o controle e melhoria dos processos. Tudo isso é criado de forma acessível por meio de *dashboards* para fortalecer a Gestão Visual.

A ligação com a estratégia bem como o estabelecimento de metas financeiras mínimas a serem alcançadas são condições necessárias durante a seleção e priorização dos projetos para que eles possam ser continuados.

Uma peculiaridade da área de serviços nas fases *Define* e *Measure* está no processo de seleção das CTQs dos clientes. Na manufatura, tais características são mais visíveis, mas, em serviços, análises diferenciadas, como a de Kano, precisam ser utilizadas com maior frequência para que os projetos foquem de forma adequada os clientes. Destaca-se que, em processos de serviços, uma CTQ como tempo de atendimento pode ser tão “visível” quanto refugo em processos de manufatura. Para isso, é necessário mudar o enfoque, como, para esse caso, observar a fila formada no tempo de atendimento.

O sistema de custeio baseado em atividades foi destacado como não sendo confiável, principalmente por causa do uso de direcionadores de atividades incoerentes com a realidade dos processos. Isso aponta para falhas na implementação desse sistema no que tange à visão por processos. Como consequência, o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras se torna pouco confiável. Isso faz com que acompanhamentos *ad-hocs* dos custos no processo sejam necessários para que as estimativas dos ganhos financeiros dos projetos seis sigma possam ser realizadas e para que o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras possa acontecer, pois, devido aos projetos possuírem metas financeiras elevadas para serem cumpridas, essa etapa é crítica para a continuidade do projeto.

Também foi destacado que, ao longo do desenvolvimento dos projetos seis sigma, o sistema de custeio era aprimorado, pois aumentava-se o conhecimento dos processos conforme os projetos seis sigma eram realizados. Essas modificações no sistema de custeio e na própria medição de desempenho indicam que os *Belts* tinham uma elevada autonomia na adequação da medição de desempenho e do sistema de custeio às necessidades de uso dos projetos seis sigma.

Na fase *Measure*, foi relatado pelo *Master Black Belt* que, na área de serviços, a Repetibilidade e Reprodutibilidade (R&R) na execução dos processos pelas pessoas são de difícil controle, e isso faz com que as medidas de desempenho provenientes sejam afetadas por incertezas, que são levadas até a fase *Analyse*. Com isso, as conclusões tiradas nessa última fase precisam ser vistas considerando possíveis distorções advindas desde a fase *Measure*. No entanto, destaca-se que essa evidência é insuficiente, pois essa dificuldade de R&R pode ser da empresa e não das operações de serviços em geral.

A ausência de processos mapeados, dados históricos e conhecimento das relações de causa-e-efeito afetam negativamente o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Os dois primeiros demandam um tempo extra para coletas de dados *ad-hocs* e o terceiro envolve um esforço maior na fase *Analyse* na procura pelos x_i , que podem precisar ser coletados de forma *ad-hoc*.

No entanto, à medida que os projetos são executados, aumenta-se o conhecimento do processo, gerando-se fluxogramas, dados e mais conhecimento sobre

as relações de causa-e-efeito. Alguns indicadores são incorporados logo no *Measure* devido à carência de uma base de dados mais completa. Isso pode conduzir a uma loucura da medição, mas desde que os indicadores sejam usados, o desenvolvimento dos projetos pode ser beneficiado.

Apesar de a empresa investir na gestão por processos, a resistência das pessoas à coleta de dados e mesmo à mudança nos processos foi relatada, segundo o *Black Belt* e a *Green Belt*, como uma barreira ao desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso exige um esforço extra de convencimento e disseminação da cultura baseada em fatos e dados por parte dos *Belts*.

O acesso aos dados pode ser entendido por duas perspectivas: uma se deve a restrições de acesso; e a outra, à dificuldade da retirada dos dados do sistema. No primeiro caso, o *Black Belt* não teve problemas, enquanto a *Green Belt* teve. Já no segundo caso, todos os *Belts* podem estar sujeitos às restrições técnicas, que podem demandar um tempo maior para obtenção dos dados. Ou seja, no último caso o problema não é a pessoa, mas o sistema.

A medida de tempo em serviços é muito utilizada, pois entre um processo e outro, além de se medir a eficácia, é importante que se meça o tempo juntamente com o custo, pois essas podem ser medidas de eficiência. As informações relacionadas aos custos já foram destacadas como críticas devido às falhas no sistema de custeio. As relacionadas à tomada de tempos também são críticas. Isso porque a mensuração entre o início de uma atividade e o término dela é dificultada devido aos limites não serem muito bem definidos em termos práticos. Isso faz com que o indivíduo responsável pelo processo, que envolve várias atividades, seja o responsável por indicar esses limites nos seus apontamentos, quando solicitado.

Outro destaque sobre o relacionamento de causa-e-efeito nos processos administrativos é que ele é menos evidente do que nos de manufatura. Segundo os entrevistados, existem muitas variáveis espúrias que interferem na determinação das verdadeiras causas do *y*. Isso conduz a uma incerteza sobre a implementação das melhorias no *Improve*, que conduz a reuniões detalhadas em que fatores subjetivos são considerados conjuntamente com os resultados da fase *Analyse*. Na fase *Improve*, o uso de algumas técnicas como o DOE fica comumente restrito a tamanhos pequenos de

amostra devido ao custo de se perder um cliente, que pode fazer parte de um experimento, ser elevado para a empresa.

Com isso, o resultado da utilização de algumas técnicas pode se tornar inconclusivo. Em meio às restrições advindas da fase *Analyse*, as melhorias no *Improve* precisam receber um acompanhamento severo na fase *Control* para que mudanças inadequadas sejam logo percebidas e ações de recuperação sejam tomadas.

Um destaque importante da empresa estudada é que, após um processo ser modificado, em função de uma melhoria, seu novo formato com seus indicadores são replicados para outras agências, pois todas seguem o mesmo processo para aquele determinado fim.

Os projetos seis sigma geraram indicadores de desempenho que foram incorporados à MBF das áreas dos gestores. Com isso, os gestores passaram tarefas operacionais de controle para os analistas e começaram a se dedicar mais a outras atividades. Essa mudança fez com que os gestores considerassem ainda mais os projetos seis sigma.

Um fato interessante observado foi que a disseminação de indicadores de desempenho nas diversas áreas da empresa foi *top-down*, enquanto que a reflexão sobre a necessidade do uso dos indicadores vem sendo *bottom-up*.

Em vez do uso de estruturas de TIs fechadas de difícil modificação, a empresa optou por utilizar planilhas eletrônicas isoladas nas áreas. Isso tem dado maior flexibilidade às modificações exigidas durante o desenvolvimento dos projetos. No entanto, o compartilhamento das informações fica prejudicado.

Ao contrário da área de manufatura, em que os resultados dos projetos promovem, muitas vezes, mudanças de fácil percepção, na área de serviços os resultados costumam ser abstratos, e isso gera um menor envolvimento com o resultado final. A capacidade de abstração foi relatada como um fator importante no contexto dos projetos voltados para serviços. Enfim, a análise evidencia alguns fatores que influenciam o desenvolvimento dos projetos seis sigma:

- os sistemas de custeio implementados não suportam as necessidades de informações exigidas pelos projetos seis sigma;
- a inclusão de aspectos sobre a medição de desempenho nos treinamentos auxilia no desenvolvimento dos projetos seis sigma;

- a facilidade (ou dificuldade) de acesso às informações não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- a cultura baseada em fatos e dados afeta a confiabilidade dos dados usados nos projetos seis sigma;
- o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma;
- o desenvolvimento dos projetos seis sigma promove um uso mais analítico da medição de desempenho;
- a autonomia dos *Belts* promove uma estruturação da medição de desempenho no sentido do uso pelos projetos seis sigma; e
- o detalhamento do desdobramento das diretrizes influencia o escopo da fase *Define*.

5.2 Análise intercasos

A análise dos casos constatou que ocorrem diferenças na forma de desenvolvimento dos projetos seis sigma que são causadas por vários aspectos. Como o escopo da tese é o desenvolvimento dos projetos seis sigma e o uso da medição de desempenho, a análise enfatizará os aspectos mais específicos à medição de desempenho. No entanto, em menor grau, algumas considerações sobre outros fatores não ligados à medição de desempenho serão efetuadas. A seguir, efetua-se uma análise com base nos aspectos gerais, sintetizada no Quadro 5.1, entre as empresas estudadas.

Foram observadas diferentes formas de implementação do Seis Sigma entre as empresas estudadas. A Fornecedora da Linha Branca e a Fornecedora de Peças do Setor Automotivo foram as únicas que começaram a implementação do Seis Sigma por iniciativa própria, sem uma iniciativa corporativa. Isso gerou, num primeiro momento, um envolvimento menor da alta administração, o qual depois aumentou. A Empresa de Produtos de Telecomunicações, apesar de ter começado a implementar o Seis Sigma de forma *top-down*, teve um menor envolvimento em função da incerteza da adaptação do programa à cultura da empresa. Já nas outras duas, a implementação *top-down* foi bem nítida durante a implementação.

QUADRO 5.1 – Aspectos gerais do Seis Sigma entre as empresas estudadas

		Empresa de Telecomunicações	Empresa de Papel e Celulose	Fornecedora da Linha Branca	Fornecedora da Indústria Automotiva	Empresa Financeira
Forma inicial de implementação	<i>Top-down</i>	✓	✓			✓
	<i>Bottom-up</i>			✓	✓	
Objetivos do programa Seis Sigma	Resolução de problemas			✓	✓	
	Execução das diretrizes estratégicas	✓	✓			✓
Gestão do programa Seis Sigma	Acompanhamento de indicadores-macros	✓	✓			✓
	Acompanhamento local dos projetos	✓	✓	✓	✓	✓
Estrutura de responsabilidades	Usual	✓	✓	✓		✓
	Usual + <i>White e Yellow Belts</i>				✓	
Treinamento	Usual		✓	✓	✓	
	Usual + Aspectos de medição de desempenho	✓				✓
Abrangência dos projetos seis sigma	Parcial	✓				
	Toda empresa		✓	✓	✓	✓
Difusão do programa Seis Sigma	Homogênea		✓	✓	✓	✓
	Heterogênea	✓				
Estrutura de tecnologia da informação	Flexível		✓			✓
	Pouco flexível	✓		✓	✓	

A gestão do programa Seis Sigma também parece estar relacionada com os objetivos do Seis Sigma para a organização. Naquelas em que os objetivos estavam relacionados com a execução das diretrizes estratégicas (Empresa de Telecomunicações; Empresa de Papel e Celulose; e Empresa Financeira), observou-se a presença de “indicadores-macros do programa”. Já as outras duas empresas (Fornecedora da Linha Branca e Fornecedora da Indústria Automotiva), cujo objetivo do programa era resolução de problemas com foco na redução de custos, não existia um acompanhamento por meio de “indicadores-macros do programa”. Isso retrata que o comprometimento com a estratégia nos objetivos faz com que a alta administração se interesse mais pelo programa, utilizando-se de “indicadores-macros” para acompanhá-

lo. Esse interesse da alta administração enfatiza a necessidade de medir os ganhos de forma mais precisa. Isso implica relacionar bem as medidas financeiras e não-financeiras. Nesse ponto, os SMDs e os sistemas de custeio parecem não ajudar muito, como foi visto em algumas das empresas estudadas.

A gestão do programa Seis Sigma por meio de “indicadores-macros” como, por exemplo, número de projetos seis sigma e retorno dos projetos etc., conforme observado na Empresa de Produtos de Telecomunicações, segundo Sanders e Hild (2001), apesar de motivar a liderança a embarcar no Seis Sigma, pode conduzir os participantes individuais ao descaso com o programa. Além disso, eles podem induzir o desenvolvimento dos projetos seis sigma sem consideração do *trade-off*, como quantidade de projetos sendo melhor que ganhos dos projetos, por exemplo. Com isso, esses indicadores precisam ser analisados em conjunto com outros e no contexto do objetivo dos projetos para a organização. Destaca-se que os “indicadores-macros” do programa Seis Sigma são apenas para o acompanhamento do desenvolvimento do programa e não dos projetos. Já os indicadores do SMD são os utilizados no desenvolvimento dos projetos seis sigma. Indicadores que, nesse contexto, relacionam-se ao desempenho dos processos.

Com relação à estrutura de responsabilidades, apenas a Fornecedora da Indústria Automotiva apresentou as denominações *White* e *Yellow Belts*, cujo objetivo era o de diminuir a “distância” dos *Belts* do nível hierárquico operacional. Já no que diz respeito ao treinamento, apenas nas empresas de Produtos de Telecomunicações e Financeira foram observados tópicos relacionados à medição de desempenho. Destaca-se que, das empresas que possuíam o objetivo do Seis Sigma para a organização com foco na estratégia: (Empresa de Produtos de Telecomunicações; Empresa de Papel e Celulose; e Empresa Financeira), apenas as duas que possuíam tópicos relacionados à medição de desempenho em seu treinamento não apresentaram problemas com o escopo demasiado dos projetos seis sigma.

Os projetos seis sigma abrangem toda a organização em quase todas as empresas estudadas. A exceção está na Empresa de Telecomunicações, que possui o programa Seis Sigma implementado em apenas algumas áreas. A difusão dele também segue o mesmo padrão. Na Empresa de Telecomunicações, existem áreas que possuem alinhamento dos projetos com a estratégia, e outras que executam projetos,

aparentemente, desvinculados da estratégia. Ou seja, não existe uma homogeneização nessa empresa na forma de desenvolvimento dos projetos, principalmente no que se refere ao processo de seleção deles.

A versatilidade da estrutura de Tecnologia da informação (TI) foi um elemento observado como facilitador nas Empresas de Papel e Celulose e Financeira devido a atender às mudanças solicitadas pelos *Belts*, que aprimoravam o SMD e o próprio sistema de custeio, enquanto os projetos eram desenvolvidos. Ou seja, a modelagem dos processos realizada nos projetos seis sigma alimentavam a TI, que respondiam por ser flexível. Por outro lado, a falta de flexibilidade observada nas demais empresas estudadas fez com que, aparentemente, os projetos se adaptassem aos dados disponíveis, como no caso relatado por um *Black Belt* da Empresa de Telecomunicações.

Quanto aos objetivos dos projetos seis sigma, o enfoque nos ganhos financeiros foi observado em todas as empresas estudadas. Na Empresa de Produtos de Telecomunicações, por não haver uma disseminação uniforme do programa Seis Sigma entre as áreas, foram observados objetivos corporativos diferentes para os projetos. Já a Fornecedora da Linha Branca e a Fornecedora da Indústria Automotiva, que tinham como objetivo do programa a resolução de problemas com foco na redução de custos, parecem deixar de lado, num primeiro momento, a execução da estratégia para se dedicarem mais à disseminação da cultura do programa e também, para a segunda, à resolução de problemas nas áreas.

Por outro lado, as empresas de Papel e Celulose e Financeira tinham o objetivo de utilizar os projetos seis sigma para implementação de ações estratégicas. Percebeu-se que existem diferenças entre as empresas, mas elas são condizentes com o contexto inicial do Seis Sigma, em termos de forma de implementação e objetivos do programa – maiores detalhes no Quadro 5.1.

Em relação à seleção dos projetos seis sigma, destaca-se que a Empresa de Produtos de Telecomunicações começou com projetos oportunistas que se desenvolveram, de forma não uniforme entre as várias áreas, em projetos relacionados às questões estratégicas. Na Empresa de Papel e Celulose, Fornecedora da Indústria Automotiva e Empresa Financeira, a seleção de projetos está relacionada a questões

estratégicas. Enquanto que, na Fornecedora da Linha Branca, os projetos são selecionados de forma oportunista.

A Empresa de Papel e Celulose foi a única que apresentou um sistema de gerenciamento de projetos bem completo, que abordava todas as fases do DMAIC. Enfim, esses estágios no processo de seleção de projetos estão em acordo com a proposta de Bertels e Patterson (2003), que apresentam três níveis para esse processo de seleção de projetos.

Na Empresa de Produtos de Telecomunicações, existe uma avaliação da alta administração para verificar se os indicadores levantados na fase *Control* serão (ou não) incorporados, ou se ficarão sob controle local por meio de planilhas eletrônicas por 12 meses. Na Empresa de Papel e Celulose, os indicadores de desempenho costumam ser incorporados à GRD por 12 meses, sendo que muitos deles têm sido incorporados de forma permanente à rotina para ampliação do conhecimento do processo. Na Fornecedora da Linha Branca, depois de três meses, os indicadores são abandonados, pois os entrevistados afirmaram que a empresa já possui muitos indicadores de desempenho. A Fornecedora da Indústria Automotiva tem um acompanhamento sobre os indicadores de desempenho advindos da fase *Control* de apenas três meses. Após isso, alguns são abandonados e outros incorporados. Destaca-se que, na Fornecedora da Indústria Automotiva, foi relatado que um indicador foi abandonado e depois foi novamente necessário, causando contratempo. Na Empresa Financeira, antes mesmo da fase *Control*, os indicadores já passam a ser incorporados na rotina, devido à falta de indicadores sobre os processos administrativos dessa empresa. No entanto, foi destacado que os indicadores de desempenho podem ser temporários ou permanentes. Essa divisão do SMD em uma parte duradoura e outra temporária foi apresentada por Rolstadas (1995).

As análises a seguir são efetuadas com base na sumarização dos relacionamentos encontrados em cada um dos casos ao longo do desenvolvimento do método DMAIC – Quadro 5.2.

QUADRO 5.2 – Fatores do relacionamento entre medição de desempenho e projetos seis sigma

	Relacionamentos	Empresa de Telecomunicações	Empresa de Papel e Celulose	Fornecedora da Linha Branca	Fornecedora da Indústria Automotiva	Empresa Financeira
Medição de desempenho influenciando os projetos seis sigma	Os sistemas de custeio não atendem às necessidades de informação financeira	✓		✓	✓	✓
	Faltam medidas de desempenho para a identificação dos projetos seis sigma	✓	✓	✓		
	Incluir aspectos sobre SMD nos treinamentos facilita o desenvolvimento dos projetos	✓				✓
	O estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras influencia o desenvolvimento dos projetos		✓	✓	✓	✓
	A falta de confiabilidade dos dados influencia a estimativa financeira	✓	✓	✓		
	O sistema de medição de desempenho influencia outros fatores	✓	✓		✓	
	A estrutura de TI influencia o desenvolvimento dos projetos seis sigma	✓	✓			
	O acesso às informações não-financeiras e financeiras influencia o desenvolvimento dos projetos seis sigma	✓	✓		✓	✓
	O hábito de se medir influencia a confiabilidade dos dados usados nos projetos seis sigma	✓		✓	✓	✓
	O aumento do conhecimento das relações causais influencia o desenvolvimento dos projetos seis sigma	✓	✓	✓	✓	
	O detalhamento do desdobramento das diretrizes influencia o desenvolvimento dos projetos seis sigma		✓			✓
Projetos seis sigma influenciando a medição de desempenho	O desenvolvimento dos projetos seis sigma promove um uso mais analítico do sistema de medição de desempenho		✓	✓	✓	✓
	A autonomia dos <i>Belts</i> promove uma estruturação do sistema de medição de desempenho				✓	✓
	A disseminação dos conceitos do Seis Sigma ajuda a promover um hábito de se medir				✓	

Com exceção da Empresa de Papel e Celulose, que possui poucos custos indiretos e onde o custeio por absorção é suficiente, os sistemas de custeio parecem não suportar as necessidades de informações exigidas pelos projetos seis sigma. Muitos deles parecem ter problemas quanto à implementação e apontamentos. O sistema de custeio baseado em atividades (ABC), que, segundo Martins e Mergulhão (2006), é mais adequado às necessidades dos projetos seis sigma, nesses casos, parece falhar devido ao uso de direcionadores inadequados e também a apontamentos feitos incorretamente pelos usuários. Isso pode estar relacionado a uma falha no mapeamento dos processos durante a implementação do ABC. Com isso, a realidade dos processos em termos de direcionadores não é refletida.

A falta de medidas de desempenho parece dificultar a identificação dos projetos seis sigma nas empresas de Produtos de Telecomunicações, de Papel e Celulose e a Fornecedora da Linha Branca. No entanto, na de Produtos de Telecomunicações, a inclusão de aspectos sobre a medição de desempenho nos treinamentos parece ter minimizado isso. Na Empresa Financeira, a inclusão desse conteúdo também foi vista como positiva no desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso sugere que, após o treinamento, os *Belts* passam a usar melhor a medição de desempenho.

O estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras foi relatado pelos entrevistados nas empresas, com exceção da Empresa de Produtos de Telecomunicações, como um fator fundamental para o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Na Empresa de Papel e Celulose, até os *Belts* mais qualificados são alocados para os projetos com ganhos financeiros estimados maiores, dada a importância dessa estimativa. Já na Empresa Financeira, o uso de metas financeiras faz parte da avaliação dos *Belts* e também tem por objetivo promover o envolvimento no acompanhamento dos projetos. A utilização da linguagem financeira promovida por meio desse relacionamento na Fornecedora da Indústria Automotiva foi apontada como um fator que gera envolvimento entre os *Belts*.

Destaca-se que a Empresa de Produtos de Telecomunicações, a de Papel e Celulose, a Fornecedora da Linha Branca e a Financeira, possuem avalistas financeiros os quais se envolvem somente na validação dos ganhos no início e no término do projeto seis sigma. Já a Fornecedora da Indústria Automotiva também possui um avalista para essas fases, porém seu diferencial está em receber treinamento

Seis Sigma básico e, com isso, ser denominado de *Money Belt*. Esse treinamento pode promover uma visão mais apurada que ajude no estabelecimento do relacionamento das medidas de desempenho não-financeiras e financeiras no início e no término dos projetos. A avaliação dessas estimativas por avalistas financeiros está de acordo com a proposta de Michalski (2003). No entanto, Rudisill e Clary (2004) declaram que esses avalistas deveriam ser integrados em todas as fases do DMAIC para que possam procurar mais oportunidades de melhoria, e isso não foi encontrado nos casos estudados.

Com isso, o estabelecimento inadequado de tal relacionamento pode gerar um descrédito ao longo do desenvolvimento do projeto. No estabelecimento desse relacionamento, foi observado que, na Fornecedora da Indústria Automotiva e na Empresa Financeira, a acurácia do sistema de custeio é um fator crítico para o estabelecimento de um relacionamento adequado. Ou seja, estabelecer esse relacionamento traz muitas conseqüências para o desenvolvimento dos projetos seis sigma, por isso essa etapa necessita de elevada atenção.

Na Empresa de Produtos de Telecomunicações, na Empresa de Papel e Celulose e na Fornecedora da Linha Branca, também foi constatado que a falta de confiabilidade nos dados é um fator que influencia de forma negativa o resultado da estimativa financeira para menos. Essa insegurança pode fazer com que as priorizações baseadas nessas estimativas sejam prejudicadas.

Na Empresa de Produtos de Telecomunicações e na Empresa de Papel e Celulose, a associação dos ganhos financeiros dos projetos às promoções trouxe conseqüências, pois *Belts* competentes deixaram de fazer projetos seis sigma. No entanto, na Fornecedora da Indústria Automotiva, foi verificado que essa associação pode trazer maior envolvimento dos *Belts*. Esse dilema está relacionado a outros fatores motivacionais, que não fazem parte do escopo da tese e que precisariam ser explorados. No entanto, observa-se que a medição de desempenho parece facilitar esses outros fatores, pois a associação dos ganhos financeiros depende do estabelecimento do relacionamento entre as medidas de desempenho não-financeiras com as financeiras.

Na Empresa de Produtos de Telecomunicações e na Empresa de Papel e Celulose, foi observado que a versatilidade da estrutura de Tecnologia da informação (TI) afeta o desenvolvimento dos projetos. Observou-se que a falta dela pode até fazer, na Empresa de Produtos de Telecomunicações, com que os projetos sejam direcionados

não pelas necessidades do negócio, mas pelo que a estrutura de TI fornece. Nesse sentido, a busca por estruturas de TI mais adequadas à realidade de uso dos projetos seis sigma parece ser necessária, caso contrário os projetos parecem ter que se adaptar às estruturas de TI existentes, pelo menos nesse caso estudado.

O acesso às informações não-financeiras e financeiras foi destacado como um fator importante nas seguintes empresas: Empresa de Produtos de Telecomunicações, Empresa de Papel e Celulose, Empresa Financeira e Fornecedora da Indústria Automotiva. Destaca-se que, nas três primeiras, esse fator atuou como facilitador e, na última, como inibidor, devido às restrições sobre as informações de custos. Na Fornecedora da Indústria Automotiva e na Empresa Financeira, foi observado que o apoio do *Champion* facilitou o acesso às informações, rompendo barreiras. Enfim, o acesso às informações influencia o tempo de desenvolvimento dos projetos e, com isso, as organizações precisam atuar no sentido de facilitá-lo.

Nas empresas estudadas, com exceção da Empresa de Papel e Celulose, foi observado que a falta do hábito de medir prejudica a confiabilidade dos dados usados nos projetos seis sigma. Isso afeta negativamente a confiabilidade dos dados. Uma das conseqüências é o tempo de desenvolvimento dos projetos, pois coletas de dados *ad-hoc* acabam sendo necessárias. Os fatores Repetibilidade e Reprodutibilidade foram apontados como críticos nos processos administrativos da Empresa Financeira, gerando incertezas maiores. Já a Empresa de Papel e Celulose, por possuir processos contínuos, tem uma coleta de dados facilitada e parece não ser afetada muito por esse problema. Convém destacar que a literatura analisada, segundo em Werkema (2002, p.85), incentiva a coleta *ad-hoc* ao enfatizar que os dados já existentes costumam não ser confiáveis. Isso é algo que cria um descrédito para quem coleta os dados e não pode ser considerado como regra.

Vale destacar que, na Fabricante de Produtos para Linha Branca, aspectos organizacionais, como uma cultura baseada no medo, influenciavam os projetos seis sigma via medição de desempenho. Isso vem no sentido contrário da proposta de Sanders e Hild (2001). Outro destaque é que, segundo esses mesmos autores, uma das conseqüências disso é a distorção dos dados pelos indivíduos, a qual afeta negativamente a confiabilidade nos dados.

Nas empresas estudadas, com exceção da Empresa Financeira, foi observado que o aumento do conhecimento das relações de causa-e-efeito promove mudanças na medição de desempenho porque medidas de desempenho de *leading* (x_i) começam a ser acompanhadas, e isso permite a formação de bases históricas que podem ajudar no desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Na Empresa de Papel e Celulose, foi verificado que o desdobramento das diretrizes estratégicas em ações, que resultam projetos seis sigma, promove, na *Define*, escopos extensos nos projetos. Por outro lado, a Empresa Financeira, que também desdobra projetos a partir das diretrizes estratégicas, não evidenciou tal problema. A implementação mais estruturada do Seis Sigma na Empresa de Papel e Celulose começou a ocorrer em 2005, enquanto que na Empresa Financeira se iniciou em 2001. Além disso, a Empresa Financeira possui um *Black Belt* especialista em GPD para acompanhar o desdobramento dos projetos. Esses dois fatores podem estar influenciando o sucesso da Empresa Financeira em traçar escopos mais ajustados. Ao lado disso, conforme observado na revisão bibliográfica efetuada, Linderman et al. (2003) destacam que as metas, além dos aspectos técnicos, envolvem aspectos comportamentais e, quando elas são percebidas como muito difíceis pelos membros, pode ocorrer um baixo compromisso que pode conduzir a um baixo desempenho. Por outro lado, Gryna (2001) afirma que a etapa *Measure* serve para ajustar o projeto seis sigma à medida que os resultados desta etapa ajudarem a constatar que ele é muito ambicioso e necessita ser dividido em projetos menores. Logo, essa seria uma saída para os escopos excessivos.

Na Empresa de Papel e Celulose, foi constatada uma falta de sinergia entre as diferentes abordagens de melhoria contínua praticadas, pois cada uma tinha metas distintas que causavam concorrência com o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso sugere que o Seis Sigma seja analisado considerando a existência de outras abordagens para que, em conjunto, possam aumentar o potencial das melhorias e não o contrário.

De acordo com as empresas estudadas, com exceção da Empresa de Produtos de Telecomunicações, os projetos seis sigma parecem influenciar um uso mais analítico da medição de desempenho na análise crítica sobre os indicadores, considerando a variabilidade dos mesmos. Nesse sentido, de acordo com o verificado na

Empresa de Papel e Celulose, o DMAIC reforça o uso conjunto da medição de desempenho para melhoria e controle.

No sentido de se alcançar essa estruturação da medição de desempenho voltada para o uso, constatou-se que, na Fornecedora da Indústria Automotiva e na Empresa Financeira, a autonomia dos *Belts* é um fator fundamental para que ocorra uma estruturação da medição de desempenho no sentido do uso pelos projetos seis sigma. Isso ocorre porque os *Belts* influenciam no desenvolvimento da medição de desempenho. Destaca-se o caso da Empresa de Produtos de Telecomunicações em que, devido à baixa confiabilidade nos dados, alguns projetos seis sigma foram abortados e uma ação de reestruturação na medição de desempenho foi conduzida. Tais modificações comprovam que não só a medição de desempenho influencia o desenvolvimento dos projetos seis sigma, mas o inverso também.

Na Fornecedora da Linha Branca e na Empresa Financeira, foi constatado que o conhecimento prévio, que está na experiência do *Belt*, influencia o desenvolvimento dos projetos, pois as relações de causa-e-efeito são pré-conhecidas e, com isso, as fases *Measure* e *Analyse* são mais bem executadas. Na Empresa Financeira, foi verificado que a existência da gestão por processos pode auxiliar nesse sentido, estendendo tal conhecimento à grande maioria dos envolvidos com os projetos seis sigma. Ao lado disso, conforme observado na Fornecedora da Indústria Automotiva, a disseminação dos conceitos do Seis Sigma para todos na empresa auxilia no comprometimento das pessoas, garantindo uma maior confiabilidade dos dados.

As evidências indicam que o desenvolvimento dos projetos seis sigma é influenciado por diferentes fatores associados à medição de desempenho. Os encontrados foram: o sistema de custeio; a falta de medidas de desempenho; a inclusão de aspectos sobre a medição de desempenho nos treinamentos; o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras; a falta de confiabilidade nos dados coletados; outros fatores que atuam via medição de desempenho; a estrutura de TI; o acesso às informações não-financeiras e financeiras; o hábito de medir; o aumento do conhecimento das relações causais; e o detalhamento do desdobramento das diretrizes.

Já os fatores constatados que influenciam a medição de desempenho, que, por sua vez, também afetam o desenvolvimento dos projetos seis sigma foram: o

uso mais analítico do SMD; a autonomia dos *Belts* em promover uma estruturação do SMD; e o desenvolvimento do hábito de se usar a medição de desempenho via disseminação dos conceitos do Seis Sigma. Outro fator a ser destacado foi a cultura baseada no medo, que é externo à medição de desempenho, mas influi no desenvolvimento dos projetos seis sigma via medição de desempenho.

Também foram constatadas algumas dificuldades das empresas em conduzirem projetos seis sigma para os processos administrativos. A falta de processos mapeados foi observada na Empresa de Produtos de Telecomunicações e na Empresa Financeira. A falta de disponibilidade de dados foi retratada por todas as empresas, exceto pela Fornecedora da Indústria Automotiva. A falta de conhecimento das relações de causa-e-efeito foi constatada nas Empresas de Produtos de Telecomunicações, de Papel e Celulose e Financeira. O fato de os resultados dos processos administrativos serem abstratos e, com isso, causarem dificuldades ao desenvolvimento dos projetos seis sigma administrativos foi apontado pelas Empresas de Papel e Celulose e Financeira. Na Empresa de Papel e Celulose, a falta de acesso aos dados foi apontada como um fator crítico. Na Fornecedora da Linha Branca, a barreira cultural à estatística foi destacada como um fator crítico para o pessoal administrativo. Na Fornecedora da Indústria Automotiva, o comprometimento da alta administração foi evidenciado como crítico. Já a Empresa Financeira, que é da própria área de serviços, apontou também a falta de Repetibilidade e Reprodutibilidade, a resistência das pessoas à coleta de dados e o tamanho reduzido das amostras.

Ao lado disso, Antony (2004) apontou as seguintes dificuldades no desenvolvimento de projetos seis sigma para os processos administrativos: falta de medidas de desempenho, falta de processos mapeados e o problema dos dados de serviços não seguirem uma distribuição normal, devido aos fatores não-controláveis inerentes ao comportamento humano. Ou seja, além das dificuldades encontradas na literatura, os casos apontaram para outras, que podem ser específicas dos casos, mas fornecem um indicativo de problemas que podem ser enfrentados nesse tipo de projeto.

Destaca-se que, na Empresa de Papel e Celulose e na Empresa Financeira, os indicadores de desempenho utilizados nos projetos seis sigma para processos administrativos estão em acordo com a proposta de Antony (2004), que

destaca que, para esse tipo de processo, a ênfase das medidas de desempenho precisa estar em CTQs que envolvem tempo e não-conformidades.

Enfim, as evidências indicam que o desenvolvimento dos projetos seis sigma é influenciado por diferentes fatores relacionados à medição de desempenho. Além disso, nas diferentes empresas, o desenvolvimento de projetos seis sigma também influencia a medição de desempenho. Ou seja, existe uma reciprocidade entre ambos. Um fato verificado como crítico para o desenvolvimento dos projetos seis sigma foi o estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras devido à forte orientação do programa pelos ganhos financeiros dos projetos seis sigma. Isso faz com que esse fator exerça grande influência sobre os demais fatores ligados e não ligados diretamente à medição de desempenho que afetam o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Também foi observado que existem algumas dificuldades específicas relacionadas à medição de desempenho durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma para processos administrativos.

Com base no apresentado anteriormente, a seguir são expostas algumas recomendações que podem servir como diretrizes na estruturação da medição de desempenho e também no desenvolvimento dos projetos seis sigma:

- a implementação *top-down* parece trazer maior apoio ao programa Seis Sigma;
- o objetivo do programa Seis Sigma para a organização – execução de diretrizes estratégicas ou resolução de problemas – parece implicar a necessidade (ou não) de “indicadores-macros” do programa;
- disseminar os conceitos envolvidos no Seis Sigma entre todas as pessoas parece facilitar a cooperação entre elas e os *belts* executores dos projetos seis sigma;
- incorporar tópicos relacionados à medição de desempenho ao treinamento *belt* parece auxiliar, principalmente, as empresas que usam o Seis Sigma para a execução das diretrizes estratégicas;
- o Seis Sigma precisa ser difundido de forma homogênea dentro das organizações quanto à forma de desenvolvimento dos projetos seis sigma. Caso algumas áreas evoluam mais do que outras, as

boas práticas das mais evoluídas podem servir de referência para as demais;

- a versatilidade da estrutura de TI é uma importante característica para que, durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma, o SMD e o sistema de custeio possam ser aprimorados e, com isso, os projetos seis sigma obtenham as informações de que necessitam;
- independente do objetivo do programa Seis Sigma para a organização, focar e quantificar os retornos financeiros parece ser um aspecto de fundamental importância para seu sucesso;
- a seleção dos projetos seis sigma precisa estar alinhada com o objetivo do programa Seis Sigma para a organização;
- a opção por incorporar (ou não) os indicadores de desempenho gerados na fase *Control* dos projetos ao SMD gera um dilema entre ter um excesso de dados ou gastar um tempo extra coletando-os depois. Isso precisa ser avaliado de acordo com os objetivos da empresa. Caso a empresa tenha carência de dados, num primeiro momento, a coleta deles para a criação de bases históricas pode ser interessante;
- o sistema de custeio precisa ser confiável, pois no contexto dos projetos seis sigma o papel dele é fundamental do início ao término do projeto;
- a inclusão de aspectos relacionados à medição de desempenho nos treinamentos em Seis Sigma parece auxiliar os *Belts* no uso dos indicadores de desempenho e, com isso, os projetos passam a ser mais bem conduzidos e o próprio SMD da organização evolui;
- o estabelecimento do relacionamento entre medidas financeiras e não-financeiras auxilia na tomada de várias decisões ao longo dos projetos seis sigma, além de contribuir para um maior envolvimento dos *Belts* nos projetos. Por isso, investir em avaliistas financeiros treinados em Seis Sigma que acompanhem o

desenvolvimento dos projetos pode contribuir para um aprimoramento nesse sentido;

- a organização precisa criar uma política, com relação ao acesso às informações financeiras e não-financeiras pelos *Belts*, coerente com as necessidades de informações dos projetos seis sigma. Pois restrições quanto a isso poderiam inviabilizar análises e tomadas de decisões, além de, possivelmente, aumentar o tempo de desenvolvimento dos projetos;
- as organizações precisam investir em treinamentos que incentivem nos funcionários o hábito de medir, com isso a confiabilidade dos dados coletados pode ser aumentada, contribuindo com os utilizadores desses dados nos projetos seis sigma;
- o tipo de processo produtivo é um fator a ser considerado na estruturação da medição de desempenho e no uso dela durante os projetos seis sigma;
- a organização precisa ter uma cultura em que as falhas sejam vistas como oportunidades de melhoria e não como meio de punição, pois, caso esta última ocorra, pode existir manipulação dos dados pelos indivíduos;
- as informações advindas da modelagem dos processos que são provenientes dos projetos seis sigma podem ser utilizadas para estruturação do SMD, do sistema de custeio e da própria TI da organização;
- as empresas que se utilizam da Gestão pelas Diretrizes (GPD) para desdobrar ações que resultam em projetos seis sigma precisam ser cautelosas quanto à definição de escopos muito extensos para os projetos seis sigma. A partir do acompanhamento de especialistas em GPD e da própria reflexão sobre o escopo do projeto, é possível desdobrar um projeto em outros projetos menores que tenham maior probabilidade de sucesso individualmente;

- a organização pode possuir outras abordagens de melhoria, além do Seis Sigma, e isso pode causar uma concorrência entre elas caso a medição de desempenho não contemple uma integração. Por isso, é necessário que se busque a complementaridade entre elas para que os ganhos individuais dessas abordagens sejam potencializados;
- como os projetos seis sigma propiciam um uso mais analítico da medição de desempenho, os analistas e tomadores de decisão precisam estar preparados para utilizar essa nova forma de análise dos dados, que advém do Seis Sigma;
- para que a medição de desempenho possa ser aprimorada com o desenvolvimento dos projetos seis sigma, os *Belts* precisam ganhar autonomia no sentido de propor e efetuar mudanças na mesma;
- o conhecimento do *Belt* sobre o processo que está sendo aprimorado é outro fator que auxilia no desenvolvimento bem sucedido dos projetos seis sigma, por isso é interessante que os *Belts* sejam alocados aos processos considerando-se a afinidade deles com os processos; e
- os projetos seis sigma voltados para processos administrativos apresentam alguns problemas semelhantes aos dos projetos voltados para processos de manufatura, porém parecem ter a medição de desempenho menos desenvolvida, requerendo uma maior atenção no sentido de desenvolvê-la para atender às necessidades dos projetos seis sigma.

5.3 Conclusões

Os resultados empíricos da tese apontam para o fato de que a medição de desempenho influencia, de diferentes formas, o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Por outro lado, também foi observado o contrário, ou seja, que os projetos seis sigma influenciam os sistemas de medição de desempenho. Foi observado ainda que outros fatores organizacionais, como a existência de uma cultura baseada no medo,

também influenciam o desenvolvimento dos projetos seis sigma via medição de desempenho. Ao lado disso, o estabelecimento do relacionamento entre as medidas de desempenho não-financeiras e as financeiras também se mostrou um fator crítico para todo desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Foi observado que, se o SMD não estiver bem estruturado, em termos dos elementos propostos por Franco-Santos *et al.* (2004), ilustrados na Figura 3.6, podem surgir diversos problemas relacionados ao uso do SMD no desenvolvimento dos projetos. Vale destacar também que elementos apresentados como condições suficientes por Franco-Santos *et al.* (2004) são, na verdade, condições necessárias para o desenvolvimento adequado dos projetos seis sigma, como é o caso da existência das relações causais entre as medidas de desempenho e até mesmo o processo de compensação individual e de grupo, o qual foi destacado por um *Black Belt* da Fornecedora da Indústria Automotiva como um fator que traria maior motivação no desenvolvimento dos projetos caso existisse.

Além disso, foi constatado que outros elementos, como a presença de medidas de desempenho estratégicas, dados confiáveis, sistema de custeio apropriado, facilidade de acesso às informações não-financeiras e financeiras, e estrutura de TI flexível, são necessários para o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Isso aponta que tais projetos exigem certa sofisticação do SMD.

Após a revisão bibliográfica realizada, a proposta do relacionamento entre o SMD e os projetos seis sigma foi vista de forma estática – Figura 3.21. No entanto, após a pesquisa de campo, pôde-se observar que ocorre um dinamismo no relacionamento entre ambos. Isso acontece porque, num primeiro momento, o SMD é parte da infra-estrutura necessária para o desenvolvimento dos projetos seis sigma. No entanto, à medida que os *Belts* desenvolvem os projetos seis sigma, eles têm necessidades de informações que o SMD não contempla, formando uma lacuna entre o requerido e o existente, a qual pode agir de forma negativa sobre o desenvolvimento dos projetos.

Por exemplo, só a existência de medidas de desempenho estratégicas não é suficiente para o desenvolvimento adequado dos projetos. Elas podem conduzir a escopos muito amplos. Isso também está relacionado à falta de modelos causais entre as medidas de desempenho do SMD. De uma forma geral, também foi observado, na

pesquisa de campo, que o Seis Sigma tem se tornado muito abrangente, deixando de lado o próprio uso dos indicadores Seis Sigma em relação às suas vantagens, como a comparação entre processos e até unidades. Nesse sentido, as demandas de informação são cada vez maiores e mais complexas.

Outro fato observado foi que a falta de medidas de desempenho apropriadas conduz ao desenvolvimento de projetos de promoção pessoal ou projetos em áreas que possuem um SMD mais estruturado.

O estabelecimento do relacionamento entre as medidas não-financeiras e financeiras é um fator extremamente crítico para os projetos que têm como objetivo primordial ganhos financeiros, o que comumente acontece. Por isso, a confiabilidade desse relacionamento precisa estar presente desde o início da primeira estimativa na fase *Define* dos projetos. A partir dela, projetos são priorizados, *Belts* são alocados, e, posteriormente, o apoio da alta administração pode ser alcançado. Nesse sentido, tanto a confiabilidade das medidas não-financeiras, advindas dos processos, quanto a das medidas financeiras, advindas do sistema de custeio, são fatores críticos. As empresas menos sujeitas aos custos indiretos ficam menos vulneráveis à arbitrariedade e subjetividade dos rateios que incidem sobre eles. Isso faz com que o sistema de custeio seja mais confiável, ajudando no estabelecimento desse relacionamento, como foi observado na Empresa de Papel e Celulose.

A existência de uma estrutura de TI flexível foi destacada como crítica para que possam ser estabelecidas as novas demandas em relação aos sistemas de medição de desempenho exigidas pelos projetos seis sigma. Caso contrário, as novas necessidades de informação podem não ser incorporadas ao SMD.

Ao lado disso, o acesso às informações foi comprovado como sendo um fator importante no desenvolvimento dos projetos seis sigma. Restrições relacionadas à cultura da empresa ou à estrutura de TI em que os dados se encontram podem surgir. Nesse sentido, o papel do *Champion* foi visto como fundamental para o rompimento das barreiras.

A confiabilidade dos dados foi destacada como um fator crítico para o desenvolvimento dos projetos seis sigma, principalmente, nas fases *Define*, *Measure* e *Analyse*. Destaca-se que, em empresas de processos contínuos, esse fator parece ser menos prejudicial ao desenvolvimento dos projetos seis sigma; enquanto que, nos

processos administrativos, conforme notado na Empresa Financeira, o tipo de processo agrava ainda mais as conseqüências desse fator porque os indivíduos geram as medidas de desempenho. Isso evidencia dois extremos, de um lado as empresas com processos contínuos tendo dados mais confiáveis, do outro, a de processos administrativos tendo dados pouco confiáveis. E, em algum lugar no meio delas, pode-se inferir que se encontram as empresas de manufatura com outros processos. Mais pesquisas poderiam elucidar melhor essa questão.

A criação do hábito de se medir, em que as pessoas participam coletando dados confiáveis e fazem análises dos dados sobre medição de desempenho, parece ser a base para um ambiente que suporte o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Destaca-se que a análise dos dados se estende para além dos projetos seis sigma, chegando a reforçar a tomada de decisão em outras tarefas de rotina dos *Belts*.

O próprio objetivo do Seis Sigma para a organização parece influenciar e ser influenciado pelo envolvimento da alta administração. Quando o objetivo é mais estratégico, a alta administração parece despender mais esforços para realização do programa e exigir mais, em termos de ganhos financeiros, dos projetos seis sigma e, com isso, ao lado da estratégia, os resultados financeiros acabam se destacando, chegando até a trocar de posição em termos de prioridade. Ou seja, os ganhos financeiros podem se tornar mais prioritários que as necessidades estratégicas. O que pode ser visto como algo ruim a longo prazo.

A concorrência entre outras iniciativas de melhoria em relação ao uso da medição de desempenho pode influenciar negativamente o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Nesse sentido, buscar uma integração entre as várias iniciativas, no que se refere à medição de desempenho, é algo fundamental para que não ocorram conflitos e, preferencialmente, exista um ambiente de sinergia entre as várias iniciativas.

Nos casos estudados também foi observado que o desenvolvimento de projetos seis sigma na área de serviços tem algumas dificuldades que precisam ser consideradas. Elas são as seguintes: falta de processos mapeados, falta de dados ou de dados confiáveis; falta do conhecimento das relações de causa-e-efeito; resultados muito abstratos; falta de Repetibilidade e Reprodutibilidade na coleta dos dados; resistência das pessoas à coleta por elas serem avaliadas; e tamanho reduzido das amostras em experimentações. Algumas podem estar na área de manufatura também.

Além do relacionamento dinâmico entre os fatores e a interação entre eles, um fato a ser destacado são os esforços de medição de desempenho *ad-hoc* que podem acontecer em duas situações: quando o SMD tem as medidas de desempenho adequadas, mas não foi observada confiabilidade nos dados por parte dos *Belts*; e quando a relação causal estabelecida no desenvolvimento do projeto requer medidas de desempenho que não existem no SMD. Na primeira situação, isso é um problema grave do SMD existente na organização e que pode ser um fator inibidor ou que afeta o desenvolvimento dos projetos seis sigma, ocasionando atrasos, por exemplo. Na segunda situação, isso pode ser um fato para melhoria do SMD a partir da introdução de novas medidas de desempenho após se constatar a existência da relação causal e a importância de considerá-la na estrutura do SMD.

Conforme observado, o sistema de medição de desempenho exerce um papel dinâmico no desenvolvimento dos projetos seis sigma, pois ele é composto por diversos fatores que se relacionam de maneira dinâmica, atuando ora como facilitadores ora como inibidores durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Enfim, essa tese contribui tanto para a academia quanto para a prática das empresas, pois o conhecimento dos fatores que regem o relacionamento entre a medição de desempenho e os projetos seis sigma pode auxiliar na estruturação de ambos e, com isso, promover a potencialização dos benefícios do programa Seis Sigma.

5.4 Recomendações para trabalhos futuros

De acordo com o exposto na análise intercasos, existe um dilema em relação à premiação dos *Belts* nos projetos seis sigma, pois se eles são recompensados com ascensão profissional, deixam de executar projetos seis sigma, o que pode ser ruim para o programa. Por outro lado, se eles não são premiados isso pode contribuir de forma negativa para o desenvolvimento dos projetos. Nesse sentido, estudar os fatores motivacionais envolvidos na condução dos projetos seis sigma pode trazer um maior entendimento sobre esse assunto.

Os resultados da pesquisa apontam para um dilema que existe nas organizações, que está em se investir em coletas de várias medidas de desempenho ou se coletar dados *ad-hocs*. A primeira opção pode conduzir à loucura da medição, enquanto a segunda pode atrasar o desenvolvimento dos projetos. Por isso, futuros

trabalhos poderiam buscar elucidar as conseqüências e benefícios que tais opções poderiam trazer para o desenvolvimento dos projetos seis sigma.

A medição de desempenho parece direcionar o desenvolvimento dos projetos seis sigma para as áreas onde ela está mais desenvolvida e, além disso, as áreas que possuem medição de desempenho mais desenvolvida produzem projetos seis sigma mais alinhados com a estratégia. Futuros trabalhos podem elucidar melhor os detalhes desse relacionamento.

Outro destaque apontado pela pesquisa é que a sistemática da medição de desempenho parece variar de acordo com o processo de produção, e, com isso, o Seis Sigma também precisa se adaptar ao processo produtivo correspondente, já que ele precisa de dados coerentes com as necessidades de uso dos projetos seis sigma. Além disso, cabe ressaltar que o papel da TI é importante nesse relacionamento. Com isso, futuras pesquisas poderiam verificar maiores detalhes sobre esse relacionamento.

O estabelecimento do relacionamento entre as medidas financeiras e as não-financeiras foi apontado como um fator crítico que influencia o desenvolvimento dos projetos seis sigma. No entanto, a presente tese não explorou métodos advindos da matemática financeira como o do *Payback*, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Opções Reais e outros que podem ser utilizados no estabelecimento das estimativas financeiras. Portanto, futuras pesquisas nesse sentido poderão contribuir para maiores esclarecimentos sobre o uso desses métodos nos projetos seis sigma.

Outro aspecto destacado durante a pesquisa foi a falha dos sistemas de custeio em fornecer informações confiáveis, mesmo nas empresas que utilizavam o sistema de custeio baseado em atividades. Isso sugere falhas no mapeamento dos processos durante a implementação do ABC ou mesmo na escolha dos direcionadores de custos e atividades envolvidos nesse método. Por isso, futuras pesquisas poderiam elucidar melhor essa questão.

Outro assunto a ser considerado está na habilidade dos *Belts* em gerir os projetos de melhoria. Como o programa Seis Sigma é direcionado pelos projetos seis sigma e também avaliado pelo sucesso deles, a Gestão de Projetos no contexto do Seis Sigma torna-se um elemento importante a ser investigado.

A presente tese avaliou a influência da medição de desempenho no desenvolvimento dos projetos seis sigma. Contudo, o foco do trabalho esteve sobre os

entrevistados envolvidos com o Seis Sigma. Isso deixou de lado a visão dos avalistas financeiros e das pessoas que não participam ativamente do programa Seis Sigma. Nesse sentido, estudos futuros que considerem tais perspectivas podem trazer contribuições importantes.

O programa Seis Sigma vem sendo apontado por alguns autores como uma evolução da Gestão pela Qualidade Total em vertentes distintas. No entanto, pesquisas futuras poderiam esclarecer melhor a natureza dessa evolução.

Outros fatores, além dos que estão relacionados à medição de desempenho, podem influenciar o desenvolvimento dos projetos seis sigma. Nesse sentido, estudos esclarecedores sobre esses fatores externos à medição de desempenho podem contribuir para o desenvolvimento da teoria sobre o desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Os fatores que influenciam a medição de desempenho constatados nessa tese podem servir de referência para futuras pesquisas como uma *survey* que possa avaliar como isso está ocorrendo na prática das empresas. Esse tipo de pesquisa poderá permitir uma generalização estatística dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. L. T. **Explorando o relacionamento entre as medidas de desempenho na Alcoa de Poços de Caldas**, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, 2002.

ADAMS, C.; NEELY, A. The performance prism to boost M&A success. **Measuring Business Excellence**. v.4, n.3, p.19-23, 2000.

ALVES, R. **Filosofia da ciência – introdução ao jogo e suas regras**. São Paulo: Brasiliense, 1995.

ANTHONY, Robert N.; GOVINDARAJAN, Vijay. **Management Control Systems**. 11.ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

ANTONY, Jiju. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. **The TQM Magazine**, v.16, n. 4, p. 303-306, 2004.

ANTONY, Jiju.; BAÑUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of six sigma program. **Measuring Business Excellence**, v.6, n.4, p.20–27, 2002.

ANTONY, Jiju; KUMAR, Maneesh; MADU, Christian N. Six sigma in small- and medium-sized UK manufacturing enterprises - Some empirical observations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.22, n.8, p.860-874, 2005.

ARNHEITER, E. D.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and six sigma. **The TQM Magazine**, v.17, n.1, p.5-18, 2005.

ATTADIA, L. C. L.; MARTINS, R. A. Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua. **Revista Produção**, v.13, n.2, p.33-41, 2003.

BAÑUELAS, Ricardo; ANTONY, Fiju. 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, Ricardo; ANTONY, Fiju. Six Sigma or Design for Six Sigma? **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.250-263, 2004.

BAUER, J.; TANNER, S. J.; NEELY, A. Developing a performance measurement audit template – a benchmarking study. **Measuring Business Excellence**, v. 8, n.4, p.17-25, 2004.

BAXTER, L. F.; HIRSCHHAUSER, C. Reification and representation in the implementation of quality improvement programmes. **International Journal of Operations & Production Management**, v.24, n.2, p.207-224, 2004.

BAYLE, P.; FARRINGTON, M.; SHARP, B; HILD, C.; SANDERS, D. Illustration of Six Sigma assistance on a design project. **Quality Engineering**, v.13, n.3, p.341-348, 2001.

BERENDS, P.; ROMME, G. Simulation as research tool in management studies. **European Management Journal**, v.17, n.6, p.576-583, 1999.

BERTELS, Thomas; PATTERSON, George. Selecting Six Sigma projects that matter. **ASQ Six Sigma Forum Magazine**, v.3, n.1, p.13-15, 2003.

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. **Anais... XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Rio de Janeiro, RJ, 1999.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modeling and Simulation: Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.241-254, 2002.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. An evolutionary model of continuous improvement behaviour. **Technovation**, v.21, n.1, p.67-77, 2001.

BHUIYAN, Nadia; BAGHEL, Amit. An overview of continuous improvement: from the past to the present. **Management Decision**, v.43, n.5, p.761-771, 2005.

BISGAARD, Soren; FREIESLEBEN, Johannes. Economics of Six Sigma programs. **Quality engineering**, v.13, n.2, p.325-331, 2001.

BISGAARD, Soren; FREIESLEBEN, Johannes. Six Sigma and the bottom line. **Quality progress**, v.37, n.9, p.57-62, 2004.

BITITCI, U. S.; NUDURUPATI, S. S. Driving continuous improvement. **Manufacturing Engineer**, October, p.230-235, 2002.

BITITCI, U.S. Dynamics of performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 6, p. 692-704, 2000.

BITITCI, U.S.; TURNER, T.; BEGEMANN, C. Dynamics of performance measurement system. **International Journal of Operations & Production Management**, v.20, n.6, p.692-704, 2000.

BITITICI, U.; CARRIE, A. S.; McDEVITT, L. Integrated performance measurement systems: a development guide. **International Journal of Operations & Production Management**, v.17, n.17, p. 522-534, 1997.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos em empresas modernas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BOTHE, D.R. Statistical reason for the 1.5 shift. **Quality Engineering**, v.14, n.3, p.479-87, 2002.

BOURNE, M.; NEELY, A.; PLATTS, K.; MILLS, J. The success and failure of performance measurement initiatives – Perceptions of participating managers. **International Journal of Operations Production Management**. v.22, n.11, p.1288-1310, 2002.

BOURNE, M; KENNERLEY, M.; FRANCO-SANTOS, M. Managing through measures: a study of impact on performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.16, n.4, p.373-395, 2005.

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

BRYMAN, A. **Research Methods and Organization Studies**. New York: Routledge, 1989.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total no estilo japonês**. 5.ed. Belo Horizonte: UFMG, 1992.

CARVALHO, M. M. **Selecionando projetos seis sigma**. In: Rotondaro, R. G. (Coord.). *Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas, p. 49-79, 2002.

CATHERWOOD, Phil. What's different about Six Sigma? **Manufacturing Engineer**, p.186-189, August 2002.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1995.

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, 2002a.

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measure Business Excellence**, v.6, n.4, p.20-27, 2002b.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.220-240, 2002.

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.

De MAST, J. A methodological comparison of three strategies for quality improvement. **International Journal of Quality & Reability Management**, v.21, n.2, p.198-213, 2004.

De MAST, J. Quality Improvement from the Viewpoint of Statistical Method. **Quality and Reability Engineering International**, v.19, p.255-264, 2003.

DIXON, J. R; NANNI, A. J.; VOLLMANN, T. E. **The New Performance Challenge – measuring operations for world-class competition**. New York: Business one Irwin, 1990.

ECCLES, R.; The Performance Measurement Manifesto. **Harvard Business Review**, v.69, n.1, p. 131-137, jan/feb. 1991.

ECKES, G. **A revolução do Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucros**. 3.ed. Rio de Janeiro: Campus, 270p, 2001

ECKES, G. **Six Sigma for everyone**. New Jersey: John Wiley & Sons, 143p, 2003.

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.; LINDSAY, W. M. **The Management and Control of Quality**. 5.ed. Cincinnati – Ohio: South Western College Publishing, 850p, 2002.

FERRAZ, C. A. **Proposta de um método abrangente para o diagnóstico da medição de desempenho organizacional**, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, 2003.

FERRAZ, C.; MARTINS, R. Uma revisão sobre os métodos de diagnóstico da medição de desempenho. **Anais...** Simpósio de Administração da produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPOI. São Paulo: POI/FGV, p.564-575, 2002.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.152-194, 2002.

FRANCO-SANTOS, M.; MARR, B.; MARTINEZ, V.; GRAY, D.; ADAMS, C.; MICHELI, P.; BOURNE, M.; KENNERLEY, M.; MASON, S.; NEELY, A. Towards a definition of a business performance measurement system. **Proceedings ... The Six International Conference on Performance Measurement**, University of Cambridge, UK, p.395-402, 2004.

GHALAYINI, A.; NOBLE, J. The changing basis of performance measurement, **International Journal of Operations & Production Management**, v.16, n.8, p.63-80, 1996.

GHAURI, P. N., GRONHAUG, K., KRISTIANSLUND, I. **Research Methods in Business Studies: A Practical Guide**. New York: Simon and Schuster Trade, 1994.

GOEKE, R. J.; OFFODILE, O. F. Forecasting management philosophy life cycles: a comparative study of Six Sigma and TQM. **The Quality Management Journal**, v.12, n.2, p.34-46, 2005.

GRYNA, F. M. **Quality Planning & Analysis**. New York: McGraw-Hill, 2001.

HAMMER, Michael. Process management and the future of Six Sigma. **MIT Sloan Management Review**, v.43, n.2, p.26-32, 2002.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionising the world's top corporations**. New York: Currency Publishers, 301p, 2000.

HENDERSON, K.; EVANS, J. Successful implementation of six sigma: benchmarking General Electric Company. **Benchmarking and International Journal**, v.7, n.4, p.260-281, 2000.

HO, L. H.; RIBEIRO, C. O. **Analisando os dados e descobrindo as causas potenciais**. In: Rotondaro, R. G. (Coord.). *Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços*, São Paulo: Atlas, p. 49-79, 2002.

HOERL, Roger. Six Sigma Black Belts: What do they need to know? **Journal of Quality Technology**, v.33, n.4, p.391-435, 2001.

HOERL, Roger; SNEE, Ronald D. **Statistical thinking: improving business performance**. New York: Duxbury Press, 544p, 2001.

HOUAISS. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa**. Editora Objetiva Ltda, 2001.

HRONEC, S. M. **Sinais Vitais**. Makron Books. São Paulo, 1994.

INGLE, Sarah; ROE, Willo. Six Sigma Black Belt implementation. **The TQM Magazine**, v.13, n.4, p.273-280, 2001.

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. **The relevance lost: The rise and fall of management accounting**. New York: Harvard Business School Publishing, 1991.

JURAN, J. M. **Leadership for quality – An executive handbook**. New York: Free Press, 1989.

JURAN, J. M. **Managerial Breakthrough – The classic book on improving management performance**. New York: McGraw-Hill, 1995.

JURAN, J. M. **Quality Control Handbook**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1962.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade handbook: Conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. v.1. São Paulo: Makron Books, 1991.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: Balanced Scorecard**. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The Balanced Scorecard – translating strategy into action**. New York: Harvard Business Review Press, 1996.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. Transforming the balanced scorecard from performance measurement to strategic management: Part I. **Accounting Horizons**, v.15, n. 1, p. 87-104, march 2001a.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. Transforming the balanced scorecard from performance measurement to strategic management: Part II. **Accounting Horizons**, v.15, n. 2, p. 147 160, june 2001b.

KAYDOS, W. **Measuring, managing, and maximizing performance**. Portland, Productivity Press, 1991.

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. Six sigma seen as a methodology for total quality management. **Measuring Business Excellence**, v. 5, n.1, p. 31-35, 2001.

KRUGER, V. Main schools of TQM, the big five. **The TQM Magazine**, v.13, n.3, p.146-55, 2001.

KUENG, P. Process performance measurement system: a tool to support process-based organizations **Total Quality Management**, v.11, n.1, p.67-85, 2000.

KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. **Technovation**, v.26, n.5-6, p.708-715, 2006.

LEBAS, Michael J. Performance measurement and performance management. **International Journal Production Economics**, v.41, n.23-25, p.23-35, 1995.

LINDERMAN, K.; SCROEDER, R. G.; CHOO, A. S. Six Sigma: the role of goals in improvement teams. **Journal of Operations Management**, v.24, n.6, p.779-790, 2006.

LINDERMAN, K.; SCROEDER, R. G.; SRILATA, Z.; CHOO, A. S. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal of Operations Management**, v.1, n.11, p.330-341, 2003.

LYNCH, Donald P.; BERTOLINO, Suzanne; CLOUTIER, Elaine. How to scope DMAIC projects. **Quality Progress**, v.36, n.1, p.37-41, 2003.

MALEYEFF, John; KRAYENVENGER, Daren E. Goal setting with Six Sigma mean shift determination. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**, v.76, n.6, p.577-583, 2004.

MARTINS, R. A. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso**, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Escola Politécnica. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

MARTINS, R. A. The use of performance measurement information as driver in designing a performance measurement system. **Proceedings ... III International Conference on Performance Measurement**, Boston, July, 2002a.

MARTINS, R. A. Use of performance measurement systems: some thoughts towards a comprehensive approach. **Proceedings ... The Second International Conference on Performance Measurement**, University of Cambridge, July 19-21, p. 363-370, 2000.

MARTINS, R. A. Uso da informação sobre desempenho como direcionador de projeto de sistemas de medição de desempenho. **Anais... XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Curitiba, PR, 2002b.

MARTINS, R. A.; COSTA NETO, P. L. O. Indicadores de desempenho para a gestão da qualidade total: Uma proposta de sistematização. **Gestão & Produção**, v.5, n.3, p. 298-311, 1998.

MARTINS, R. A.; MERGULHÃO, R. C. Financial and non-financial performance measures in Six Sigma initiatives. **Proceedings... Third International Conference on Production Research –Americas’ Region**, Curitiba, PR, Brazil, PUC, 2006.

MARTINS, R. A.; MERGULHÃO, R. C.; JÚNIOR, L. S. B. The enablers and inhibitors of Six Sigma project in a Brazilian cosmetic factory. **Proceedings...** Third International Conference on Production Research –Americas' Region, Curitiba, PR, Brazil, PUC, 2006a.

MARTINS, R. A.; MERGULHÃO, R. C.; LEAL, J. S. O papel dinâmico da medição de desempenho nos projetos seis sigma: Um estudo de caso. **Anais...** XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Fortaleza, CE, 9 a 11 de Outubro de 2006b.

MARTINS, R. A.; MERGULHÃO, R. C.; LEAL, J. S. The use of performance measurement in the Six Sigma projects: A case study. **Proceedings...** The Fifth International Conference on Performance Measurement, London, University of Cambridge, 25-28 July, 2006c.

MARTINS, R. A.; MIRANDA, R. A. M. Factors Affecting the Support of Performance Measurement to Continuous Improvement Activities. **Proceedings...** 6th CINet Conference, Brighton, CENTRIM/CINet, 2005.

MARTINS, R. A.; SALERNO, M. S., Usage of new performance measurement systems: some empirical findings. **Proceedings...** Managing Operations Networks, E. Bartezzaghi, R. Filippini, G. Spina and A. Vinelli, (eds.), Venice, Italy: SGEditoriali, p. 719-726, 1999.

MASKELL, B. H. **Performance measurement for world class manufacturing** – a model for American companies. Portland: Productivity Press, 1991.

McADAM, R.; HENDERSON, Joan. Influencing the future of TQM: internal and external driving factors. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.21, n.1, p.51-71, 2004.

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.

MEDORI, D.; STEEPLE D. A framework for auditing and enhancing performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 5, p.520-533, 2000.

MICHALSKI, Walter J. **Six Sigma Tool Navigator: The Master Guide for Teams**. New York: Productivity Press, 640p, 2003.

MITCHELL, B. The Six Sigma Appeal. **Engineering Management Journal**, p.41-47, 1992.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 513p, 2004.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

NAKAGAWA, M. **Gestão estratégica de custos: conceitos, sistemas e implementação**. São Paulo: Atlas, 1993.

NEELY, A. **Measuring business performance**. London: The Economist Books, 1998.

NEELY, A. 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., ADAMS, C., CROWE, P. The performance Prism in Practice **Measuring Business Excellence**, v.5, n.2, p.6-12, 2001.

NEELY, A.; ADAMS, C. **Perspectives on performance: the performance prism**. Centre for Business Performance, School of Management, Cranfield University, Cranfield, 2000.

NEELY, A.; AUSTIN, R. **Measuring operations performance: past, present and future**. Centre for business performance –Cranfield. p. 419-426, 2000.

NEELY, A.; BOURNE, M. Why measurement initiatives fail. **Measuring Business Excellence**, v. 4, n. 4, p. 3-6, 2000.

NEELY, A.; 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.; MILLS, J.; PLATTS, K.; RICHARDS, H.; GREGORY, M.; BOURNE, M.; KENNERLEY, M. Performance measurement system design: developing and testing a process-based approach. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 10, p. 1119-1145, 2000.

NORREKLIET, H. The Balanced Scorecard: what is the score? A rhetorical analysis of the Balanced Scorecard. **Accounting, Organizations and Society**, v. 28, p. 591-619, 2003.

NORREKLIT, H. The balanced on the balanced scorecard – a critical analysis of some of its assumptions. **Management Accounting Research**, n. ou v, 11, p. 65-88, 2000.

PANDE, Peter S.; NEUMAN, Robert P.; CAVANAGH, Roland R. **Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 472 p., 2002.

PEREZ-WILSON, Mario. **Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios**. Tradução de Bazán Tecnologia e Lingüística. 1.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 283p, 1999.

PFEIFER, T.; REISSIGER, W.; CANALES, C. Integrating six sigma with quality management systems. **The TQM Magazine**, v.16, n.4, p.241-249, 2004.

PINTO, S. H. B.; CARVALHO, M. M.; HO, L. L. Implementação de programas de qualidade: Um *survey* em empresas de grande porte no Brasil. **Gestão & Produção**, v.13, n.2, p.191-203, 2006.

PRAJOGO, Daniel I.; SOHAL, Amrik S. The multidimensionality of TQM practices in determining quality and innovation performance - an empirical examination. **Technovation**, v.24, p.443-453, 2004.

RAISINGHANI, M. S. Six Sigma: concepts, tools, and applications. **Industrial Management & Data Systems**. v.105, n.4, p.491-505, 2005.

RAMOS, A. W. **Mantendo o processo sob controle**. In: Rotondaro, R. G. (Coord.). Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços, Atlas, São Paulo-Brasil, p. 294-357, 2002a.

RAMOS, A. W. **Melhorando o processo: delineamentos de experimentos**. In: Rotondaro, R. G. (Coord.). Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, p. 234-263, 2002b.

RICHARDSON, P. R.; GORDON, J. R. M. Measuring total manufacturing performance. **Sloan Management Review**, v.21, n.2, p.47-58, 1980.

ROBSON, Ian. From process measurement to performance improvement. **Business Process Management Journal**, v.10, n.5, p.510-521, 2004.

ROLSTADAS, A. **Performance management: A business process benchmarking approach**. New York: Chapman & Hall. London, 1995.

ROTONDARO, R. G. – **Uma Visão Geral**. In: ROTONDARO, R. G. (Coord.). Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, p. 23-48, 2002.

ROWLANDS, Hefin. Six Sigma: A new philosophy or repackaging of old ideas? **Engineering Management**, p.18-21, APRIL 2003.

RUDISILL, Franck; CLARY, Diana. The management accountant's role in Six Sigma. **Strategic Finance**, v.86, n.5, p.34-39, 2004.

SANDERS, D.; HILD, C. R. Common myths about Six Sigma. **Quality Engineering**, v.13, n.2, p.269-276, 2001.

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

SCHNEIDERMAN, A.M. Why balanced scorecards fail. **Journal of Strategic Performance Measurement**, p. 6-11, jan. 1999.

SCHOTTMILLER, John C. How Six Sigma can utilize the cost of poor quality toll. **Proceedings... Quality Congress. ASQ's**; 58, ABI/INFORM Global p. 545, 2004.

SENAPATI, N. R. Six Sigma: myths and realities. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.21, n.6, p.683-690, 2004.

SIMONS, R. **Performance measurement & control systems for implementing strategy**. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planejamento e Medição para a Performance**. Rio de Janeiro: QualityMark, 1993.

SINK, D.S. The role of measurement in achieving world-class quality and productivity management. **Industrial Engineering**, v.21, n.6, p.23-28, 1991.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SMITH, Glenda. Aiming for continuous improvement: performance measurement in a re-engineered technical services. **Library Collections, Acquisitions, & Technical Services**, v.25, p.81-92, 2001.

SNEE, R. D. Dealing with the achilles' hell of six sigma initiatives – Project selection is key to success. **Quality Progress**, p. 66-72, march 2001.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, p.495, 1986.

STRAATMANN, Jeferson. **Estudo de práticas adotadas por empresas que utilizam a produção enxuta em paralelo ao Seis Sigma no processo de melhoria**, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2006.

TAN, H. K.; PLATTS, K.; NOBLE, J. Building performance through in-process measurement Toward an “indicative” scorecard for business excellence. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.53, n.3, p.233-244, 2004.

TAYLOR, W.A.; WRIGHT, G.H. The contribution of measurement and information infrastructure to TQM success. **Omega**, v.34, n.4, p.372-384, 2006.

THIOLLENT, M. J. M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TRUSCOTT, William T. **Six Sigma: Continual Improvement for Businesses - A Practical Guide**. New York: Elsevier Linacre House, 264p, 2003.

URDHWARESHE, Hemant. The Six Sigma Approach. **Quality & Productivity Journal**, September 2000.

VELTZ, P.; ZARIFIAN, P. De la productivité des ressources à la productivité par l'organisation. **Revue Française de Gestion**, v.114, p.59-66, 1994.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**. v.22, n.2, p.195-219, 2002.

WAGGONER, D.B.; NEELY, A.D.; KENNERLEY, M.P. The forces that shape organisational performance measurement systems: An interdisciplinary review. **International Journal of Production Economics**, v.60-61, p.53-60, 1999.

WERKEMA, Maria C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 253p, 2002.

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

WESTBROOK, R. Action Research: A new paradigm for research in production and operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, v.15, n.12, p.6-20, 1995.

WETTSTEIN, T; KUENG, P. A maturity model for performance measurement systems. **Management Information Systems**, p.113-122, 2002.

WHITE, G. P. A survey and taxonomy of strategy-related performance measures for manufacturing. **International Journal of Operations & Production Management**, v.16, n.3, p.24-61, 1996.

YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE A – Protocolo de Pesquisa

Introdução

A pesquisa de campo é parte de uma tese de doutorado que está sendo elaborada pelo presente pesquisador. A pesquisa faz parte do processo de doutoramento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de São Carlos (USFCar).

O objetivo da pesquisa é investigar a influência da medição de desempenho nos projetos seis sigma procurando destacar os fatores relacionados à medição de desempenho encontrados no desenvolvimento dos projetos seis sigma.

Para a consecução da pesquisa, deve-se procurar entrevistar os seguintes profissionais que tenham projetos seis sigma concluídos:

- Coordenador do Seis Sigma
- um *Black Belt* (Faixa Preta); e
- um *Green Belt* (Faixa Verde).

As entrevistas podem ser realizadas num único dia, sendo que o tempo médio de entrevista com cada pessoa é de 1 a 1,5 horas.

O foco da entrevista estará sobre os aspectos relacionados à medição de desempenho durante o desenvolvimento dos projetos seis sigma e não sobre os aspectos técnicos dos projetos nem sobre os ganhos financeiros obtidos em cada projeto.

O nome da empresa será mantido em sigilo em publicações como, por exemplo, a tese do aluno e artigos em congressos e revistas.

Procedimento de campo

Preferencialmente, as pessoas devem ser entrevistadas na seguinte ordem:

1. Coordenador do Seis Sigma;
2. *Black Belt* (Faixa Preta); e
3. *Green Belt* (Faixa Verde).

A ordem acima pode sofrer adaptações conforme as circunstâncias.

Sempre que possível, é aconselhável entrevistar as pessoas de forma separada para que não ocorra nenhum tipo de inibição entre elas.

O objetivo da pesquisa juntamente com os tópicos serão apresentados aos entrevistados e estes poderão discorrer sobre o assunto para que vieses não sejam adicionados ao processo.

O pesquisador, com base no roteiro de entrevista dará início ao processo. Destacando-se ser aconselhável gravar as entrevistas, quando permitido.

Anotações serão efetuadas durante as entrevistas.

Quando necessário, deve-se solicitar por documentos que possam comprovar ou elucidar elementos considerados importantes.

O pesquisador precisa ficar atento para fatos relacionados ao objetivo da pesquisa durante a visita à planta.

Ao fechamento dos tópicos, os assuntos que não foram contemplados ou que surgiram no caso poderão ser explorados pelo pesquisador.

O tempo de cada entrevista será entre 1 e 1,5 horas.

Os materiais utilizados serão: roteiros de entrevista, cópias dos roteiros de entrevista para os entrevistados, formulário para coleta de dados gerais, gravador e pilhas sobressalentes

Roteiro da entrevista

Fonte de dados:

- Coordenador do Seis Sigma;
- *Black Belt* (Faixa Preta); e
- *Green Belt* (Faixa Verde).

Tópicos a serem abordados com o Coordenador do Seis Sigma:

Caracterização da empresa

Tipo de processo de produção

Número de funcionários

Programas e certificações

O Seis Sigma na organização

Forma de implementação do Seis Sigma (em relação à corporação)

Objetivos do Seis Sigma para a organização

Gestão do programa Seis Sigma

Treinamento e Estrutura de responsabilidades

Projetos Seis Sigma e a medição de desempenho

Abrangência dos projetos

Disseminação do Seis Sigma na organização

Objetivos dos projetos

Tipos de projetos

Seleção e priorização dos projetos seis sigma

Desenvolvimento dos projetos ao longo da cada fase do DMAIC

Apoio do sistema de custeio

Apoio da estrutura de tecnologia da informação

Experiências com projetos seis sigma administrativos

Tópicos a serem abordados com o Black Belt:

Projetos Seis Sigma e a medição de desempenho

- Abrangência dos projetos
- Disseminação do Seis Sigma na organização
- Objetivos dos projetos
- Tipos de projetos
- Seleção e priorização dos projetos seis sigma
- Desenvolvimento dos projetos ao longo da cada fase do DMAIC
- Apoio do sistema de custeio
- Apoio da estrutura de tecnologia da informação
- Experiências com projetos seis sigma administrativos

Tópicos a serem abordados com o Green Belt:

Projetos Seis Sigma e a medição de desempenho

- Abrangência dos projetos
- Disseminação do Seis Sigma na organização
- Objetivos dos projetos
- Tipos de projetos
- Seleção e priorização dos projetos seis sigma
- Desenvolvimento dos projetos ao longo da cada fase do DMAIC
- Apoio do sistema de custeio
- Apoio da estrutura de tecnologia da informação
- Experiências com projetos seis sigma administrativos