

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Marcelo Machado Fernandes

**ANÁLISE DO PROCESSO DE SELEÇÃO DE
PROJETOS SEIS SIGMA EM EMPRESAS DE
MANUFATURA NO BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de *Mestre em Engenharia de Produção*

Orientador: Prof. João Batista Turrioni, Dr.

Itajubá, maio de 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Marcelo Machado Fernandes

**ANÁLISE DO PROCESSO DE SELEÇÃO DE
PROJETOS SEIS SIGMA EM EMPRESAS DE
MANUFATURA NO BRASIL**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 29 de maio de 2006, conferindo ao autor o
título de *Mestre em Engenharia de Produção*.

Banca Examinadora:

João Batista Turrioni, Dr. (Orientador)

Carlos Eduardo Sanches, Dr.

Marly Monteiro de Carvalho (USP), Dra.

Itajubá, maio de 2006



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002


ANEXO I

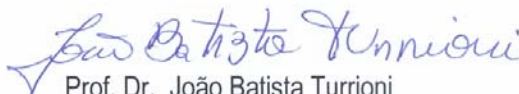
PRONUNCIAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

A Banca Examinadora, abaixo assinada, nomeada pela Portaria nº 211 de 26 de maio de 2006, considerando o resultado do Julgamento da Prova de Defesa Pública da Dissertação de Mestrado intitulada: **“Análise do Processo de Seleção de Projetos Seis Sigma em Indústrias de Manufatura no Brasil”**, apresenta pronunciamento no sentido de que o Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá solicite ao DRA (Departamento de Registro Acadêmico) a expedição do título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção**, na área de Concentração **Qualidade e Produto**, satisfeitas as demais exigências regimentais a **MARCELO MACHADO FERNANDES**.

Itajubá, 29 de maio de 2006.


Profª. Dr. Marly Monteiro de Carvalho
1º Examinador – USP


Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva
2º Examinador - UNIFEI


Prof. Dr. João Batista Turrioni
3º Examinador - UNIFEI (Orientador)

Dedicatória

“Depois da procela, a estiagem. Reparar o barco,
consertar o mastro, costurar a vela e seguir viagem.”

Gildes Bezerra.

Dedico este trabalho à minha mãe, Alba Regina,
por nos ensinar que vale a pena.

Agradecimentos

A Deus pelo maravilhoso dom da vida, grande misericórdia e bênçãos que nos conduzem ao triunfo em Cristo!

Aos meus pais, Amaury Vieira e Alba Regina , pelo apoio verdadeiro e entusiasmo constante ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus irmãos, Paulinho, Ana Luisa e Marina pela força e paciência.

Ao amigo Reynaldo pelo sólido companheirismo nesta empreitada.

Aos amigos Michael, Vitor, Renan e João Leal pela importante contribuição à execução deste projeto.

Ao Prof. Pedro Paulo Balestrassi pelo direcionamento inicial deste trabalho e suporte nas atividades de pesquisa de campo.

Ao Prof. João Batista Turrioni por seu incrível talento à motivação e orientação, o que foi absolutamente decisivo ao desenvolvimento deste trabalho.

Sumário

1. Introdução	12
1.1 – Justificativa e relevância do tema	12
1.2 – Objetivos.....	13
1.2.1 – Objetivo geral	13
1.2.2 – Objetivos específicos	13
1.3 – Proposições	14
1.4 – Estrutura da dissertação	14
1.5 – Limitações do trabalho	14
2. Seis Sigma.....	15
2.1 – Conceitos básicos do Seis Sigma	15
2.2 – Origem do Seis Sigma	18
2.3 – Personagens do Seis Sigma	21
2.4 – Estrutura do Seis Sigma.....	23
2.4.1 – DMAIC.....	24
2.4.1.1 – Fase D (<i>Define</i>).....	24
2.4.1.2 – Fase M (<i>Measure</i>).....	25
2.4.1.3 – Fase A (<i>Analyze</i>).....	26
2.4.1.4 – Fase I (<i>Improve</i>).....	26
2.4.1.5 – Fase C (<i>Control</i>)	27
2.4.2 – <i>Design for Six Sigma</i>	27
2.5 – Implementação do Seis Sigma.....	28
2.6 – Estruturas para aplicação do Seis Sigma	30
2.6.1 – Utilização do Seis Sigma segundo Harry e Schroeder (2000).....	31
2.6.2 – Utilização do Seis Sigma segundo Barney e McCarty (2003)	32
2.6.3 – Utilização do Seis Sigma segundo Pande, Neuman e Cavanaugh (2001).....	34
2.6.4 – Comparação entre as estruturas	35
2.7 – Relatos acerca do Seis Sigma	35
2.7.1 – Relatos positivos acerca do Seis Sigma.....	35
2.7.2 – Relatos negativos acerca do Seis Sigma.....	38
3. Diretivas para seleção de projetos Seis Sigma:	41
3.1 – A Importância da seleção de projetos ao uso do Seis Sigma.....	41
3.2 – As diretivas	42
3.2.1 – Foco no cliente	44
3.2.2 – Ligação com a estratégia do negócio:.....	46
3.2.3 – Retorno financeiro	48
3.2.4 – Problemas estruturais de causas desconhecidas	49
3.2.5 – Proporcionalidade com os recursos disponíveis.....	50
3.2.6 – Potencial de término em curto período de tempo	50

3.2.7 – Problemas mensuráveis	51
3.3 – Matriz de referência.....	52
4. Estudo de Caso.....	55
4.1 – Metodologia de pesquisa	55
4.1.2 – Método de pesquisa e ferramentas para coleta de dados	56
4.1.3 – Projeto do estudo de caso	60
4.1.3.1 – Componentes do estudo de caso.....	60
4.1.3.2 – O método do estudo de caso.....	61
4.1.3.3 – Elementos para avaliação do estudo de caso.....	62
4.1.3.4 – Processo de coleta de dados	62
4.1.3.5 – Síntese do projeto de estudo de caso	63
4.2 Realização do Estudo de Caso.....	65
4.2.1 – Empresa A	66
4.2.1.1 – Caracterização do caso	66
4.2.1.2 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma.....	67
4.2.1.3 – Diretivas à seleção de projetos Seis Sigma	67
4.2.1.4 – Resultados obtidos com o Seis Sigma na Empresa A	75
4.2.1.6 – Conclusões parciais	76
4.2.2 – Empresa B	78
4.2.2.1 – Caracterização do caso	78
4.2.2.2 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma.....	79
4.2.2.3 – Diretivas à seleção de projetos Seis Sigma	82
4.2.2.4 – Resultados obtidos com o Seis Sigma na Empresa B.....	89
4.2.2.5 – Conclusões parciais	90
4.2.3 – Análise Intercasos.....	92
4.2.3.1 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma.....	92
4.2.3.2 – Diretivas à seleção de projetos Seis Sigma	93
5. Conclusões e recomendações	99
5.1 – Considerações iniciais	99
5.2 – Conclusões.....	99
5.2.1 – Conclusões quanto ao objetivo principal.....	99
5.2.1.1 – Seleção de projetos Seis Sigma quanto aos resultados potenciais.....	100
5.2.1.2 – Seleção de projetos Seis Sigma quanto ao problema a ser tratado.....	101
5.2.2 – Conclusões quanto aos objetivos específicos	102
5.2.3 – Conclusões quanto às proposições	103
5.3 – Recomendações para trabalhos futuros	104
6 Referências bibliográficas.....	105
ANEXO A – Protocolo de pesquisa utilizado nas entrevistas.....	108

Resumo

O Seis Sigma tem sido considerado uma das principais metodologias de melhoria da qualidade para solução de problemas estruturais, dentre as ferramentas utilizadas nos últimos anos por empresas do mundo todo que têm o interesse de garantir vantagem competitiva em seus negócios. Sua eficácia tem adquirido grande credibilidade, uma vez que diversas organizações do grande porte têm relatado ganhos consideráveis proporcionados pelo desenvolvimento de projetos de melhoria norteados pela metodologia. Neste trabalho, apresenta-se uma análise de duas empresas de manufatura no Brasil, quanto aos seus processos de seleção de projetos Seis Sigma. Tais empresas fazem uso da ferramenta desde 2001, e ficam situadas no estado de São Paulo. Esta avaliação foi feita tomando-se como referência as diretrizes à seleção de tais projetos, apontadas na literatura sobre Seis Sigma. Como resultado, foi possível constatar divergências entre estas diretrizes e as práticas nas empresas analisadas. Observou-se que na maioria dos casos, a seleção dos problemas a serem tratados com a metodologia é feita sem nenhuma avaliação do impacto dos resultados potenciais ao negócio, ou mesmo da existência de recursos suficientes para se desenvolver o trabalho. Foi possível observar também que, além de não haver uma estrutura adequada de seleção de projetos de melhoria, os resultados obtidos com o Seis Sigma estão aquém das expectativas.

Palavras-chave: Seleção de projetos Seis Sigma, Seis Sigma

Abstract

Six Sigma has been considered one of the most important problem solving quality improvement methodologies to reduce structural problems, among the techniques used around the world for all companies that want to have competitive advantage on their business. Six Sigma efficacy has acquired a considerable credibility due to great savings reported by recognized companies obtained after the development of improvement projects driven by this methodology. This research presets an analysis of Six Sigma projects selection process in two manufacturing companies in Brazil that uses this methodology since 2001. It was conducted referring the drives reported on Six Sigma literature on this theme. From this research it was possible to conclude the existing of considerable gaps and fragilities on the Six Sigma project selection process in both companies studied, where most of projects are selected without any evaluation of the potential results to the company or if there are enough resources to develop the identified project. Another point was that in both companies the obtained benefits are not according with the expected, converging with Six Sigma literature that predicts it form organizations that don't have an adequate project selection process.

Key words: Six Sigma project selection, Six Sigma.

Lista de figuras

Figura 1 – Efeitos de processos quatro sigma X seis sigma.....	17
Figura 2 – Processo de pesquisa.....	55
Figura 3 – Relação dos métodos de pesquisa e ferramentas para coleta de dados.....	57
Figura 4 – Estrutura do estudo de caso.....	61
Figura 5 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa-A.....	67
Figura 6 – Processo-1 de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa-B.....	80
Figura 7 – Processo-2 de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa-B.....	80
Figura 8 – Estrutura do formulário de proposta de projeto na Empresa-B.....	81
Figura 9 – Comparação entre os processos de seleção de projetos Seis Sigma.....	93
Figura 10 – Convergência literatura X prática na Empresa-A.....	94
Figura 11 – Convergência literatura X prática na Empresa-B.....	95

Lista de quadros

Quadro 1 – Custo da não qualidade.....	17
Quadro 2 – Comparação do Seis Sigma com outras abordagens da qualidade.....	37
Quadro 3 – Matriz de referência.....	53
Quadro 4 – Análise do processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa A...77	
Quadro 5 – Análise do processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa B...91	
Quadro 6 – Comparação entre os resultados das análises dos dois processos.....	94

Lista de tabelas

Tabela 1 – Quantidade de <i>belts</i> treinados na Empresa A.....	76
Tabela 2 – Quantidade de <i>belts</i> treinados na Empresa B.....	90

1. Introdução

1.1 – Justificativa e relevância do tema

Na última década a competitividade no meio industrial tem apresentado um aumento considerável e como consequência direta a busca por técnicas diferenciadas para a obtenção de melhores desempenhos em todos os processos tem sido uma das principais preocupações das organizações interessadas em solidificar sua presença no mercado global.

Neste cenário, tem-se apresentado o Seis Sigma, uma metodologia voltada à busca da melhoria estrutural de processos, não só produtivos como administrativos, utilizando ferramentas clássicas da qualidade, bem como recursos estatísticos bastante eficientes e uma seqüência lógica de ações referenciada como *Define, Measure, Analyze, Improve e Control* (DMAIC), caracterizada por alguns autores como uma evolução do ciclo *Plan, Do, Check e Act* (PDCA).

Diversos autores, na literatura, têm referenciado o Seis Sigma de forma muito positiva explicitando os ganhos que muitas organizações têm obtido com o uso desta metodologia.

Segundo Linderman (2003), o Seis Sigma é um método organizado e sistemático para melhoria dos processos e do desenvolvimento de produtos e serviços, baseado em técnicas estatísticas e científicas, com o objetivo de reduzir defeitos definidos pelos clientes.

Harry e Schroeder (2000) sinalizam que desde o início da década de 80 o Seis Sigma vem sendo apontado como uma ferramenta bastante eficaz ao combate à variação de processos. A aplicabilidade da ferramenta é bastante extensa e bons resultados estão sendo obtidos por diversas empresas, não só nos setores produtivos, como também nos administrativos (serviços).

Conforme apresentado por Banuelas e Antony (2002), o Seis Sigma tem sido considerado uma ferramenta muito bem estruturada para a busca da melhoria contínua, favorecendo assim a diminuição de desperdícios nos processos e o conseqüente progresso do negócio.

Dentro deste tema, uma frente que tem se mostrado bastante relevante é a forma com que tem sido realizada a escolha dos problemas a serem tratados nos projetos Seis Sigma. Relatos de

organizações, bem como trabalhos acadêmicos têm indicado a importância em se ter um bom processo de seleção de projetos Seis Sigma para a obtenção de resultados satisfatórios com o uso desta metodologia.

Segundo Carvalho (2002), uma das principais questões nos programas Seis Sigma é a definição e escolha dos projetos que receberão aporte de recursos da organização.

Banuelas e Antony (2002) alertam que um processo pobre de seleção e definição de projetos Seis Sigma favorece o atraso à obtenção dos resultados positivos proporcionados pela metodologia, o que acarreta, inevitavelmente, um forte sentimento de frustração em toda organização.

Bertels e Patterson (2003) apontam a qualidade na seleção de projetos como principal fator diferencial entre os programas Seis Sigma bem sucedidos e os demais.

De acordo com o apresentado pode-se observar que seleção de projetos Seis Sigma tem se mostrado relevante como tema de estudo tendo potencial de forte contribuição, não só ao meio acadêmico como também ao meio industrial. A identificação das diretivas sinalizadas pela literatura quanto à seleção dos problemas a serem tratados como projetos Seis Sigma parece, então, ter uma considerável importância dentro do cenário científico atual.

1.2 – Objetivos

1.2.1 – Objetivo geral

Analisar o processo de seleção de projetos Seis Sigma em empresas de manufatura brasileiras que fazem uso desta metodologia.

1.2.2 – Objetivos específicos

Como objetivos específicos deste trabalho de pesquisa, têm-se:

- Compreensão de questões conceituais sobre Seis Sigma e seleção de projetos Seis Sigma, através da revisão bibliográfica.
- Identificação das diretivas à seleção de projetos Seis Sigma visando a proposição de um modelo a partir da revisão bibliográfica.

- Análise das práticas em duas empresas de manufatura do Brasil quanto ao processo de seleção de projetos Seis Sigma.

1.3 – Proposições

Tem-se a seguir as proposições deste trabalho de pesquisa:

- P1: A quantidade de funcionários treinados na metodologia Seis Sigma favorece a prática adequada de seleção de projetos Seis Sigma (convergência entre prática e literatura).
- P2: A prática adequada da seleção de projetos Seis Sigma favorece a obtenção de resultados satisfatórios com o uso do Seis Sigma (percentual de projetos concluídos em 2004).

1.4 – Estrutura da dissertação

O trabalho de pesquisa é constituído de seis capítulos, de acordo com o apresentado:

- Capítulo 1: Apresentação da relevância do tema, os objetivos do trabalho, as proposições e limitações da pesquisa.
- Capítulo 2: Apresentação da revisão bibliográfica sobre o tema Seis Sigma.
- Capítulo 3: Apresentação das principais diretivas à seleção de projetos Seis Sigma identificadas na literatura.
- Capítulo 4: Apresenta a metodologia utilizada neste trabalho de pesquisa, os dados obtidos no estudo de caso bem como a análise destes resultados.
- Capítulo 5: Apresenta as conclusões deste trabalho de pesquisa, bem como recomendações para trabalhos futuros.

1.5 – Limitações do trabalho

Este trabalho não tem como proposta apresentar discussões referentes às ferramentas estatísticas utilizadas no Seis Sigma, nem tampouco como o processo de seleção de projetos tem evoluído desde o surgimento da metodologia. A pesquisa se propõe a avaliar o cenário atual de indústrias de manufatura brasileiras quanto ao processo de seleção de projetos Seis Sigma em comparação com o que a literatura tem apresentado sobre este tema.

2. Seis Sigma

2.1 – Conceitos básicos do Seis Sigma

Segundo Raisinghani *et al.* (2005), pode-se definir o Seis Sigma como uma metodologia para solução de problema focada em otimização de processos e mudança cultural. O Seis Sigma busca este objetivo através do uso rigoroso de algumas ferramentas, como os diversos recursos estatísticos, matemática avançada e uma metodologia muito bem delineada que visa a obtenção de resultados positivos significativos, num curto período de tempo. Os autores ressaltam ainda que o sucesso da metodologia dentro de qualquer organização está fortemente associado à mudança cultural por parte de todos os membros envolvidos direta ou indiretamente com a metodologia.

Behara *et al.* (1995), definem o Seis Sigma como uma forma de medição da probabilidade associada à produção ou desenvolvimento de produtos ou serviços com zero defeito. A meta da empresa Motorola, pioneira no uso da metodologia, não era de somente diminuir a quantidade de produtos ou serviços defeituosos, mas sim eliminar os defeitos em toda a organização. Esta linha de pensamento, nos anos seguintes, foi se multiplicando a outras organizações.

De acordo com Ehie e Sheu (2005), o Seis Sigma é, basicamente, uma metodologia de melhoria de processos de negócios, onde o nome sigma representa uma medição estatística de variação de processo. Em condições normais, o Seis Sigma representa uma taxa de falhas de aproximadamente 2 partes por bilhão (PPB), entretanto, considerando uma variação, a longo prazo, de 1,5 sigma, um processo irá produzir aproximadamente 3,4 partes por milhão (PPM), o que é equivalente a 4,5 sigma de distância da média. O Seis Sigma envolve o uso de ferramentas estatísticas dentro de uma estrutura metodológica rígida visando a busca do conhecimento necessário para que possa conseguir produtos e serviços melhores, confeccionados mais rapidamente e com menor custo do que o concorrente.

Raisinghani *et al.* (2005) apontam ainda que a utilização do nome “Sigma” está relacionada ao conceito de distribuição normal estabelecido por Carl Fredrick Gauss (1777-1855). A grande maioria dos processos apresenta seu comportamento delineado pela chamada “curva do sino” e dentre as informações associadas a este conceito, tem-se o “Sigma”, que nada mais é que uma indicação numérica da variação deste processo. Walter Shewart estabeleceu em

1922 que qualquer processo cujas saídas se encontrem dentro de uma faixa entre três sigmas abaixo da média e três sigmas acima da média, pode ser considerado sob controle. A ocorrência de um resultado fora destes limites implica na necessidade de intervenção no processo.

Este conceito de “três sigma”, segundo Mayor (2003), se traduz em um processo com desempenho de 99,973%, o que representa uma taxa de defeito igual a 2600 PPM, o que era perfeitamente adequado à maioria das organizações até os primeiros anos da década de 80. Nos anos seguintes, devido principalmente, à abertura do mercado global e a subsequente introdução dos equipamentos eletrônicos japoneses, de grande qualidade e com preços extremamente atrativos, ficou constatado que estes parâmetros de qualidade e desempenho já não eram mais suficientes a uma organização que objetivasse manter sua competitividade. Deste modo, estava sinalizada a necessidade de mudança de estratégia como algo inevitável à sobrevivência dos negócios ocidentais. A introdução do Seis Sigma no setor de manufatura em meados dos anos 80 pela Motorola, foi um grande passo a esta revolução dos sistemas da qualidade nas organizações nos dias de hoje.

Explorando as razões do nome Sigma, conforme apresentado, trata-se de uma medição estatística relacionada à capacidade do processo em fornecer produtos ou serviços desprovidos de falhas, isto é, de acordo com os requisitos dos clientes. Segundo Mergulhão (2003), o valor do nível sigma de um processo é inversamente proporcional à quantidade de defeitos gerada. Sendo assim, para um processo com nível sigma baixo (1 ou 2) as taxas de falhas são extremamente elevadas, ao passo que para grandes valores de sigma, espera-se que raramente o processo gere falhas. Quando se fala em Seis Sigma, tem-se associado um desempenho de processo igual a 99,99966% de conformidade ou 3,4 PPM de não conformidade, por exemplo, de cada um milhão de peças produzidas, apenas 3,4 seriam defeituosas.

Tem-se apresentado no quadro 1, a seguir, a relação entre nível sigma e índice de falhas em PPM, focando o custo da não qualidade.

Para cada valor de índice de falhas tem-se associado um determinado impacto negativo à performance financeira do negócio. O quadro a seguir apresenta esta correlação.

Nível de qualidade	Defeitos por milhão (PPM)	Percentual Conforme	Custo da não qualidade (percentual de faturamento da empresa)
Dois sigma	308.537	69,15	Não se aplica
Três sigma	66.807	93,32	25 a 40%
Quatro sigma	6.210	99,3790	15 a 25%
Cinca sigma	233	99,97670	5 a 15%
Seis sigma	3,4	99,999660	< 1%

Quadro 1 – Custo da não qualidade

Fonte: Werkema (2002)

Na figura 1, a seguir, tem-se apresentada uma correlação entre os efeitos de processos que operam com nível sigma igual a quatro e processos que operam com nível sigma igual a seis. Ao contrário do que poderia se esperar, um índice de qualidade em produtos ou serviços igual a 99,38% implica em taxas de falhas consideravelmente altas ou mesmo inadmissíveis, como exemplo, uma aterrissagem de emergência por dia em um aeroporto nacional.

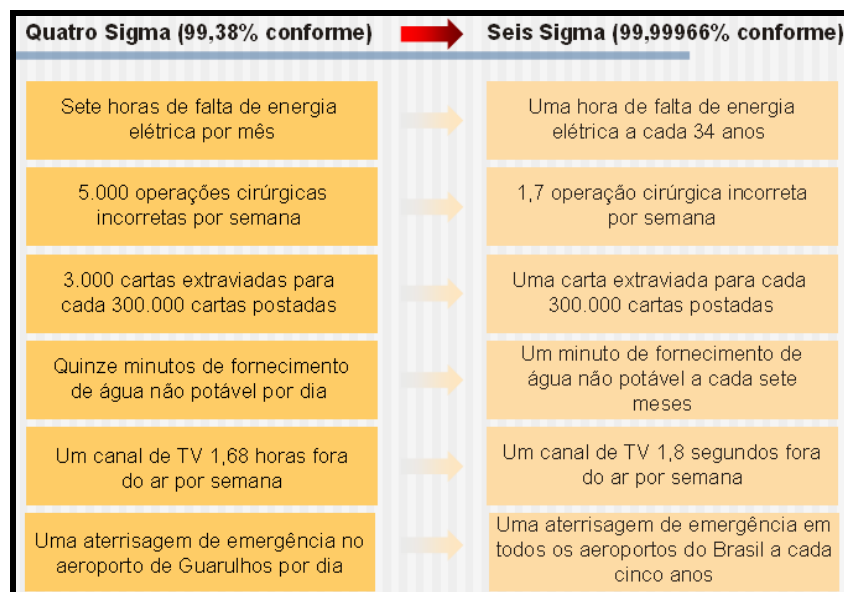


Figura 1 – Efeitos de processos quatro sigma X seis sigma

Fonte: Werkema (2002)

Behara *et al.* (2004), apresentam ainda que o Seis Sigma é a expressão que melhor traduz o conceito de “Excelência”, onde apenas 3,4 defeitos são gerados, em um total de 1.000.000 de oportunidades. As primeiras aplicações do Seis Sigma, focando o “Zero defeito”, se deram no meio industrial. Na década de 80, várias empresas norte-americanas apresentavam seus processos críticos com capacidade inferior a quatro sigma. Nos anos 90 a IBM se encontrava com aproximadamente três sigma, enquanto a Motorola já operava com um nível de quatro sigma. As empresas do setor aeronáutico, inevitavelmente se encontravam em um cenário mais evoluído, de aproximadamente cinco sigma. Apesar do sigma ser utilizado, normalmente, como métrica operacional de manufatura, várias empresas estenderam este conceito à medição de satisfação do cliente.

De acordo com Hutchins (2001), muitos nomes voltados ao *Total Quality Management* (TQM), sistema de gestão direcionado para a obtenção e melhoria da qualidade em todos os aspectos organizacionais, estavam desgastados, sendo assim, visando a determinação de um valor de referência quanto à diminuição da variação dos processos, desejada pela organização, definiu-se em 1987, batizar o programa com o nome Seis Sigma.

De acordo com o apresentado, pode-se constatar que o Seis Sigma tem sido caracterizado como uma metodologia voltada à solução de problemas estruturais nos mais diversos ambientes organizacionais. Tal objetivo deve ser atingido através da diminuição da variação de processos e aumento da quantidade de produtos e serviços dentro das especificações dos clientes. Como elementos estruturais, têm-se, principalmente, os recursos estatísticos e as ferramentas da qualidade.

2.2 – Origem do Seis Sigma

Segundo Bengt *et al.*(2001), o Seis Sigma surgiu nos anos 80 quando a empresa americana Motorola determinou a meta de melhoria geral da qualidade em seus produtos e serviços em dez vezes, em um prazo de cinco anos. Este valor desafiador fez com que a organização buscasse um caminho diferente daquele onde os resultados eram “simples melhoras”. Foi necessário um aumento do esforço, principalmente humano, na busca da diminuição da variação de todos os processos, não somente os dos setores produtivos como aqueles dos setores administrativos.

Behara *et al.* (1995), associam o Seis Sigma à metodologia “Zero defeito”, abordagem que defende a premissa de que qualquer defeito pode ser prevenido. Várias empresas japonesas tiveram sucesso na implementação desta metodologia quando ela surgiu. Algum tempo depois o “Zero defeito” foi introduzido nos Estados Unidos como uma ferramenta motivacional e falhou. O conceito referente à “quase-perfeição” retornou em meados dos anos 80, em forma de um documento técnico apresentado pela Motorola, intitulado: “Tolerância de seis sigma em projetos mecânicos”.

Segundo Barney e McCarty (2003), para compreensão da origem do Seis Sigma, deve-se partir do início da década de 1970, quando a Motorola era líder mundial no setor de comunicação sem fio e lutava pela liderança do mercado de semicondutores. No final desta década o cenário se tornou bastante crítico para a empresa, que passou a enfrentar forte concorrência de empresas japonesas. A reação da Motorola, na época liderada por Bob Galvin, foi o estabelecimento de um plano baseado em quatro pontos:

- **Competitividade global:** Forte apoio à prática do *benchmarking* em relação aos concorrentes, desenvolvendo produtos globais e quebrando barreiras que mantinham a empresa fora de alguns mercados, como o Japão.
- **Gestão participativa:** Adaptação de alguns conceitos do *Total Quality Management* (TQM) para a cultura da empresa, entre eles, os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) e a divisão dos resultados das melhorias com os colaboradores.
- **Melhoria da qualidade:** Definição da meta de melhoria da qualidade em 10 vezes num período de cinco anos, amarrando estas metas aos ganhos variáveis dos executivos. A melhoria de qualidade citada se referia, basicamente, à redução do índice de rejeitos entre os produtos manufaturados (peças não-conforme).
- **Criação do Centro de Educação e Treinamento da Motorola:** foco forte no entendimento e na readequação dos colaboradores aos novos requisitos de qualidade dos processos e ao novo estilo de gestão.

No ano de 1985, Bill Smith, um engenheiro da qualidade da empresa propôs o uso da capacidade sigma, uma métrica comum de desempenho de qualidade que pudesse ser usada por diferentes unidades e processos. Ele também concluiu, através de estudos, que produtos retrabalhados pela empresa apresentavam performance de qualidade em campo sensivelmente pior que produtos que não sofriam retrabalho durante a fabricação. O nome Seis Sigma,

baseado na capacidade sigma de um processo, passava a ser utilizado dentro da corporação como meta para qualidade e como guia para todas as iniciativas de melhoria de processos, que naquela ocasião abrangiam principalmente a documentação de processos-chave, o alinhamento dos processos aos requisitos críticos dos clientes e a implementação de medições e de sistemas de análises.

Segundo Raisinghani *et al.* (2005), a Motorola, nos anos 80, assim como várias outras empresas, estava passando uma crise considerável, uma vez que eles estavam perdendo posição no mercado e produtividade devido ao alto custo da não qualidade. Isto estava se dando devido, não somente, aos 2600 PPM de perda de manufatura, mas também à perda de negócios, uma vez que havia um alto índice de produtos defeituosos fabricados e um fraco sistema de suporte ao cliente. O atual CEO da Motorola, naquele período, Bob Galvin, entendeu que era extremamente necessário um aumento da intensidade dos esforços para a solução dos problemas. Um engenheiro da Motorola, Bill Smith, identificou que o índice de falhas associado a um sistema com capacidade igual a seis sigma é de 2 PPB (partes por bilhão), e adotou tal referência como padrão. O programa criado com o objetivo de atingir tal objetivo foi chamado de “Seis Sigma”, e incluía muitas das ferramentas estatísticas e recursos matemáticos utilizados nos programas Seis Sigma dos dias de hoje.

Outro fator que pode estar associado à origem do Seis Sigma é a evolução das ferramentas computacionais para execução de cálculos estatísticos necessários no desenvolvimento de um projeto de melhoria dentro da metodologia. Conforme apresentado nos parágrafos anteriores, observa-se uma convergência quanto à origem do Seis Sigma na década de 80. Este também foi o período em que a computação despontou no cenário mundial, trazendo entre outros benefícios as facilidades de utilização de ferramentas matemáticas.

Pode-se observar uma forte concordância entre os autores quanto à associação da origem do Seis Sigma às práticas organizacionais na empresa Motorola em meados dos anos 80. De acordo com o apresentado, o Seis Sigma foi originado como efeito do aumento da competitividade nos setores de manufatura e serviços após a globalização. Países como o Japão ganhavam espaço no mercado mundial, de forma muito agressiva, devido à qualidade e baixo custo de seus produtos e serviços. Como uma das reações a este cenário surgiu o Seis Sigma no início da década de 80.

2.3 – Personagens do Seis Sigma

Para o desenvolvimento do Seis Sigma em uma organização, conforme apresentado no item anterior, tem-se como um dos pontos principais, a capacitação e treinamento das pessoas que desenvolverão projetos de melhorias, quanto aos conceitos da metodologia, bem como os recursos estatísticos e as ferramentas de qualidade envolvidas.

Segundo Coronado e Antony (2002), têm-se os seguintes personagens principais do Seis Sigma:

- **Green Belts:** devem possuir, no mínimo, formação técnica e após a participação nos devidos treinamentos, adquirir conhecimentos básicos das ferramentas estatísticas e ferramentas da qualidade presentes no Seis Sigma. Normalmente os *green belts* são respeitados em sua área de atuação. Deve conduzir o trabalho de times de projetos Seis Sigma focados em melhorias de processos importantes e também suportar *black belts* no desenvolvimento de seus projetos, que normalmente têm escopos extensos. Normalmente, dedicam meio período de seu tempo ao desenvolvimento de projetos Seis Sigma. Normalmente os treinamentos de *green belt* são compostos de duas sessões de três dias e mais um mês para a aplicação dos conceitos adquiridos. O primeiro projeto de melhoria deve ser cuidadosamente avaliado por um *black belt*. Quanto ao número de funcionários treinados em Seis Sigma, como *green belts*, tem sido apontado o valor de 5% do total colaboradores, como uma boa referência.
- **Black Belts:** deve possuir formação superior e após a participação nos devidos treinamentos, adquirir conhecimentos avançados das ferramentas estatísticas e ferramentas da qualidade presentes no Seis Sigma. Normalmente os *black belts* são respeitados em sua área de atuação e pela gerência. Deve conduzir o trabalho de times de projetos Seis Sigma estratégicos focados em melhorias de processos importantes de alto impacto. É um agente de mudanças, tendo entre suas funções o ensinamento da metodologia e a estruturação de equipes multifuncionais. Normalmente, têm dedicação integral ao desenvolvimento de projetos Seis Sigma. Normalmente os treinamentos de *black belt* são compostos de quatro sessões de uma semana e mais um mês para a aplicação dos conceitos adquiridos. Quanto ao número de funcionários treinados em Seis Sigma, como *black belts*, tem sido apontado o valor de 1% a 2% do total colaboradores, como uma boa referência.

- **Champions:** deve se tratar de um gerente sênior e após a participação nos devidos treinamentos, se tornar um direcionador do programa Seis Sigma. Normalmente os *champions* são líderes respeitados e cabeças de assuntos empresariais. Deve prover recursos e forte liderança aos projetos Seis Sigma focados em melhorias de processos importantes. Deve inspirar visão compartilhada, desenvolver planos e criar infraestrutura que suportem o desenvolvimento do Seis Sigma dentro da organização. Entre as responsabilidades tem-se também o desenvolvimento de indicadores de desempenho para o monitoramento da evolução da metodologia. Normalmente os treinamentos de *champion* têm duração de uma semana e a avaliação é o desenvolvimento e implantação do Seis Sigma. Quanto ao número de funcionários treinados em Seis Sigma, como *champion*, tem sido apontado o valor de 1 colaborador, como referência.

Harry e Schroeder (2000) citam como principais figuras do Seis Sigma, *os Champions, os Black Belts, os Green Belts e ainda os Master Black Belts*.

- **Champions:** Líderes de nível executivo, selecionados para garantir que o Seis Sigma esteja integrado à organização. Trata-se de um elemento dedicado à gestão do Seis Sigma no dia-a-dia, também chamado de Líder do Seis Sigma (*Six Sigma Leader*).
- **Black Belts:** Colaboradores que trabalham aplicando os conceitos e as ferramentas do Seis Sigma em projetos. Sua formação depende de um treinamento intensivo em estatística e em técnicas para solução de problemas. Eles normalmente atuam identificando em diferentes processos, oportunidades a serem exploradas por meio de projetos.
- **Green Belts:** Colaboradores em diferentes partes da organização que aplicam o Seis Sigma no seu dia-a-dia. Sua formação envolve um treinamento menos intensivo que o dos *Black Belts*. Os *Green Belts* são líderes de projetos.
- **Master Black Belts:** Indivíduos selecionados pela empresa para atuarem como *experts* nos conceitos e ferramentas do Seis Sigma. Coordenam seleção de projetos e treinamento. Desempenham o papel de *coach* ou de consultor interno.

Além dos personagens citados, na literatura observa-se a importância na questão do envolvimento da liderança para o desenvolvimento do Seis Sigma. Pande *et al* (2001) listam

importantes responsabilidades a serem assumidas pela liderança de uma empresa, quanto ao Seis Sigma:

- Entender e ser capaz de comunicar à organização por que o Seis Sigma contribui para a mesma.
- Planejar e participar da implementação do Seis Sigma.
- Elaborar o plano de marketing para mudança de forma que o Seis Sigma seja atraente e desafiador, porém realista.
- Tornar fortes defensores da iniciativa.
- Determinar os objetivos do Seis Sigma.
- Responsabilizar a si mesma e aos outros, com cobranças e recompensas.
- Exigir medições concretas dos resultados.
- Comunicar os resultados e, quando necessário, os contratempos.

Deve-se ressaltar que algumas organizações possuem outras classificações quanto aos personagens do Seis Sigma, como por exemplo, o “*white belt*” que se trata de um *green belt* “operacional”, que recebe um treinamento básico quanto aos conceitos estatísticos e ferramentas da qualidade, visando a capacitação de colaboradores do “chão de fábrica” no suporte ao desenvolvimento de projetos.

Além deste ponto, deve-se frisar que os elementos aqui apresentados são considerados os agentes de mudança com relação ao Seis Sigma e isto não implica na associação de toda a responsabilidade do desenvolvimento da metodologia a tais pessoas. Conforme apresentado, diversos autores indicam o fator cultural como algo importante ao sucesso do Seis Sigma, deste modo deve-se procurar difundir os conceitos gerais da metodologia à maior quantidade possível de pessoas dentro da organização.

2.4 – Estrutura do Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma, possui, segundo Banuelas e Antony (2004), duas ferramentas estruturais distintas para o desenvolvimento de projetos, a saber:

- **DMAIC:** trata-se da estrutura norteadora dos projetos de melhorias, para a solução de problemas estruturais, desenvolvidos pelos *green belts* e *black belts*. Têm-se cinco etapas, “D”, onde deve-se definir o problema a ser tratado, “M”, quando procura-se

definir a dimensão exata do problema a ser tratado, “A”, etapa dedicada à avaliação das causas do problema, “I”, fase onde as ações de melhoria serão implementadas, “C”, etapa voltada à garantia da manutenção dos bons resultados obtidos.

- **DFSS:** trata-se da estrutura norteadora do método preventivo denominado *Design for Six Sigma* (projetando para o Seis Sigma). Tem-se o desdobramento desta estrutura em quatro fases, **identificar** o projeto a ser desenvolvido, **projetar** (desenvolvimento do trabalho), **aperfeiçoar** o que foi desenvolvido e **validar** o resultado final.

Tem-se a seguir o detalhamento destas estruturas.

2.4.1 – DMAIC

A atuação nos processos produtivos e administrativos visando a aumento da capacidade de fornecer produtos e serviço de acordo com os requisitos dos clientes se dá, principalmente, através da execução de projetos de melhoria. Têm-se apresentado a seguir as cinco referidas fases, em detalhe.

2.4.1.1 – Fase D (*Define*)

Segundo Banuelas e Antony (2002), nesta etapa deseja-se definir o processo a ser estudado e o que é, exatamente, um produto ou serviço não conforme para o cliente. Deve-se garantir que o que está sendo tratado realmente está em linha com as expectativas do cliente.

De acordo com Senapati (2004), na fase “D” devem-se definir adequadamente o problema a ser tratado, isto é, ter de forma clara o plano de desenvolvimento do projeto, bem como a relação dos processos críticos envolvidos no trabalho. Uma das ferramentas mais adequadas a serem utilizadas é o SIPOC (*Supplier – Input – Process – Output – Customer*), que tem como objetivo a identificação das fronteiras do projeto, isto é, quais os fornecedores e clientes do processo em estudo, e também quais as principais “entradas” a serem processadas e a relação das características mais críticas aos clientes quanto às “saídas” geradas.

Segundo Ehie e Sheu (2005), os dois objetivos mais importantes desta fase do trabalho são a definição, mais exata possível, das necessidades dos clientes e a escolha adequada do problema a ser tratado com o uso do Seis Sigma.

Banuelas e Antony (2004) apresentam as tarefas a serem desenvolvidas nesta fase do trabalho:

- Definir o escopo e as fronteiras do projeto.
- Definir exatamente o conceito do “problema” a ser tratado.
- Definir o time e o líder do projeto.
- Estimar o ganho financeiro do projeto.
- Obter a aprovação da alta administração quanto ao desenvolvimento do trabalho.

Desta forma, espera-se que após a realização da fase “D” o time do projeto Seis Sigma tenha uma figura, razoavelmente clara, do problema a ser tratado.

2.4.1.2 – Fase M (*Measure*)

Segundo Banuelas e Antony (2002), nesta fase o objetivo é garantir que a forma como o processo está sendo medido é a correta. Antes de trabalhar na análise e melhoria, deve-se ter a figura exata do tamanho do problema a ser tratado.

Mitra (2004), sinaliza a importância de se trabalhar fortemente, na fase “M”, para a eliminação das causas especiais de variação, isto é, os fatores que não estão presentes no sistema quando este opera em condições normais, antes da realização da medição do problema a ser tratado. Uma vez que a metodologia Seis Sigma é aplicável à solução de problemas estruturais, isto é, aqueles devido à causas comuns de variação de processo.

Banuelas e Antony (2004) apresentam as tarefas a serem desenvolvidas nesta fase do trabalho:

- Confecção do “mapa de processo” a ser melhorado e identificação das principais “entradas” e “saídas”.
- Confecção da “matriz de causa e efeito”.
- Realização da medição da capacidade atual do processo em estudo.
- Definição de uma meta de capacidade do processo a ser atingida.

Sendo assim, espera-se que após a realização da fase “M” o time do projeto Seis Sigma tenha uma figura, razoavelmente clara, da dimensão do problema a ser tratado.

2.4.1.3 – Fase A (*Analyze*)

Segundo Banuelas e Antony (2002), nesta etapa deve-se obter a relação dos parâmetros de processo que realmente têm impacto no produto ou serviço, com relação às características críticas definidas pelo cliente.

De acordo com Kwak e Anbari (2004), a fase “A” tem como objetivos principais a realização da análise das causas dos defeitos bem como a identificação das fontes de variação do processo. Também, a determinação dos fatores que mais causam impacto na “saída” em estudo e a priorização de oportunidades de melhorias futuras.

Banuelas e Antony (2004) apresentam as tarefas a serem desenvolvidas nesta fase do trabalho:

- Desenvolvimento do FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).
- Identificação das “entradas” críticas potenciais.
- Desenvolvimento de um plano para a fase seguinte.

Sendo assim, espera-se que após a realização da fase “A” o time do projeto Seis Sigma tenha uma figura, razoavelmente clara, das causas do problema em estudo.

2.4.1.4 – Fase I (*Improve*)

Segundo Banuelas e Antony (2002), nesta etapa deve-se realizar a tomada de ações de acordo com a validação do que realmente precisa sofrer atuação, no processo, visando a satisfação do cliente.

De acordo com Kwak e Anbari (2004), a fase “I” tem como objetivos principais a melhoria dos processos para a eliminação de variações e o desenvolvimento de alternativas criativas e implementação de plano de melhoria.

Banuelas e Antony (2004) apresentam as tarefas a serem desenvolvidas nesta fase do trabalho:

- Validar as “entradas” críticas.
- Otimizar as “entradas” críticas.

Sendo assim, espera-se que após a realização da fase “I” o time do projeto Seis Sigma possa ter direcionado as ações mais adequadas à solução do problema em estudo.

2.4.1.5 – Fase C (*Control*)

Segundo Banuelas e Antony (2002), o objetivo desta etapa é garantir que as melhorias estabelecidas serão mantidas.

De acordo com Kwak e Anbari (2004), a fase “C” tem como objetivos principais o controle das variações de processo para atender as necessidades dos clientes, desenvolver uma estratégia para monitorar e controlar o processo melhorado e implementar as melhorias de sistemas e estruturas.

Banuelas e Antony (2004) apresentam as tarefas a serem desenvolvidas nesta fase do trabalho:

- Implementar plano de controle.
- Verificar capacidade de longo prazo do sistema.
- Garantir a execução do processo de melhoria contínua.

Sendo assim, espera-se que após a realização da fase “C” o time do projeto Seis Sigma possa ter direcionado as ações mais adequadas à garantia da manutenção dos bons resultados obtidos.

Deste modo observa-se que o DMAIC trata-se de uma estrutura para utilização do Seis Sigma à melhoria de processos existentes através do aumento da capacidade de parâmetros críticos aos clientes.

2.4.2 – *Design for Six Sigma*

De acordo com Banuelas e Antony (2002), o foco principal do Seis Sigma é a redução de variação de processos e produtos através do uso da metodologia de melhoria contínua (DMAIC) ou da abordagem de projeto e re-projeto conhecida como *design for six sigma* (DFSS).

De acordo com a própria sigla, esta metodologia visa a execução de projetos de tal forma a maximizar a possibilidade de proporcionarem produtos ou serviços com níveis de qualidade na ordem de seis sigma.

Através do DFSS, Coronado e Antony (2002), sinalizam que os processos de manufatura ou serviços são projetados para alcançarem níveis Seis Sigma. Cada avanço tem uma redução exponencial de defeitos e afeta positivamente os custos da qualidade e consequentemente a margem de lucro do produto ou serviço.

Segundo Kwak e Anbari (2004), o DFSS é uma metodologia sistemática que faz uso de ferramentas, treinamento e medições com o objetivo de proporcionar às organizações o desenvolvimento de produtos e processos que vão de encontro às expectativas dos clientes e podem ser produzidos com níveis de qualidade na ordem de seis sigma.

De Feo e Bar-El (2002) definem o DFSS em sete elementos:

- Direciona o processo de desenvolvimento de produtos voltados ao cliente, com índice de capacidade igual a seis sigma.
- Prevê a qualidade do produto a ser desenvolvido no início do projeto.
- Provê a ligação entre as necessidades dos clientes e as capacidades dos processos existentes.
- Integra o envolvimento multi funcional do projeto.
- Direciona o processo de previsão de melhorias nas primeiras etapas do desenvolvimento dos projetos.
- Utiliza informações de capacidade de processos para a tomada de decisões finais.
- Monitora a variação do processo para garantir que as necessidades dos clientes foram satisfeitas.

Deste modo observa-se que o DFSS trata-se de uma estrutura para utilização do Seis Sigma ao desenvolvimento de produtos nas mais favoráveis condições possíveis para o atendimento das necessidades dos clientes.

2.5 – Implementação do Seis Sigma

Tem sido observada a sinalização da existência de dificuldades quanto à implementação da metodologia nas organizações. Eckes (2001) apresenta entre os principais fatores causadores do insucesso do Seis Sigma, os seguintes pontos:

- Uso excessivo de recursos estatísticos sem a devida operacionalização das ferramentas, gerando um natural afastamento por parte dos usuários, uma vez que o entendimento dos conceitos associados não se deu de forma adequada;
- Direcionamento do Seis Sigma somente a projetos voltados à redução de custos, não dando a devida atenção a outras oportunidades de melhoria que possam proporcionar, por exemplo, o aumento da satisfação dos clientes;
- A não utilização do Seis Sigma como uma ferramenta do dia-a-dia a ser aplicada para a solução de problemas crônicos quaisquer nos mais diversos níveis e setores da organização;
- Gerenciamento inadequado das equipes de projetos Seis Sigma;
- Associação da responsabilidade pelo sucesso do Seis Sigma unicamente aos *Black Belts*;
- Entendimento de que o Seis Sigma consiste apenas no desenvolvimento de projetos;
- Entendimento errado da diferença entre variação devido a causas comuns e variação devido a causas especiais;
- Aplicação inadequada do conceito de cliente interno;
- Falta de comprometimento da alta administração;
- Falha no gerenciamento da mudança em nível estratégico.

De acordo com Barney e McCarty (2003) existem ainda outras percepções equivocadas quanto ao Seis Sigma, que podem prejudicar o desenvolvimento da metodologia na organização:

- Seis Sigma é eficiente somente quando aplicado ao ambiente de manufatura;
- Seis Sigma é muito complicado, demandando colaboradores altamente capacitados em estatística para liderar projetos;
- Os projetos, como em outras experiências, podem se arrastar além dos prazos acordados, com resultados aquém do esperado;
- Os projetos sobrecarregam os colaboradores;
- O foco do Seis Sigma é na redução de custo;
- O Seis Sigma tende a ser uma nova “iniciativa do mês”;
- Seis Sigma é um novo nome para o TQM;
- Seis Sigma requer um investimento muito pesado.

Segundo Gross (2001), diversas organizações têm associado o sucesso do Seis Sigma somente ao treinamento e capacitação de algumas pessoas para o desenvolvimento de projetos, esperando que a metodologia crie raízes sem nenhuma estrutura de suporte paralelamente em execução.

Para a adequada implementação do Seis Sigma em uma organização, deve-se atentar a sete elementos, segundo Mergulhão (2003), conforme apresentado a seguir:

- **Comprometimento da alta administração:** este elemento é o impulsionador da abordagem Seis Sigma, pois através dele todos os envolvidos têm a garantia da obtenção de recursos e incentivos para o desenvolvimento dos projetos.
- **Cultura organizacional:** a abordagem do Seis Sigma necessita de uma aceitação para que sua incorporação à organização não possua resistências. Deve ser o elemento adaptador do antigo para o novo.
- **Treinamento:** este elemento tem importância fundamental à disseminação e o não enfraquecimento da abordagem Seis Sigma na organização.
- **Estratégia organizacional:** este elemento tem forte importância ao desenvolvimento de projetos Seis Sigma, uma vez que trabalhos em linha com os objetivos estratégicos da organização recebem maior suporte da alta administração.
- **Foco no cliente:** os clientes devem ser o principal foco do desenvolvimento de projetos Seis Sigma.
- **Projetos de melhoria:** este elemento consiste em um dos principais direcionadores do sucesso na implementação do Seis Sigma, isto é, a definição dos problemas que serão tratados com a metodologia.

Deste modo, pode-se observar que a implementação do Seis Sigma não se mostra como uma tarefa simples, isto é, deve ser norteada por elementos construídos de forma consistente para que o desenvolvimento da metodologia dentro de uma organização se dê de forma adequada.

2.6 – Estruturas para aplicação do Seis Sigma

Pode-se observar na literatura, algumas formas de condução do Seis Sigma dentro de uma organização. Têm-se apresentado a seguir três propostas de estruturas para utilização da metodologia:

2.6.1 – Utilização do Seis Sigma segundo Harry e Schroeder (2000)

Este método, intitulado *Breakthrough Strategy*, tem a função de prover o meio para atingir a meta do Seis Sigma referente ao índice de defeitos, que é de 3,4 defeitos por milhão de oportunidade, através de um sistema completamente voltado à solução de problemas. Tal método contempla os três níveis básicos das organizações:

- **O nível de negócio:** O Seis Sigma deve ser utilizado para aumentar a lucratividade e viabilizar a organização no longo prazo;
- **O nível de operação:** O Seis Sigma deve focar o aumento dos rendimentos dos processos, eliminar custos da não qualidade, reduzir desperdícios de mão-de-obra e de materiais;
- **O nível de processo:** O Seis Sigma deve ser utilizado para reduzir defeitos e variação, aumentar a capacidade dos processos de forma alinhada às estratégias do negócio e às metas operacionais, conduzindo a melhora da satisfação do cliente e da lucratividade do negócio.

Esta estrutura proposta por Harry e Schroeder (2000) é constituída por oito etapas objetivando uma aplicação sistemática e disciplinada voltada à garantia de que os projetos Seis Sigma sejam corretamente definidos e executados, e que os resultados destes trabalhos sejam incorporados no dia-a-dia do negócio. Tem-se a seguir a descrição das etapas:

- **Reconhecer:** trata-se do entendimento dos conceitos fundamentais do Seis Sigma como metodologia para a solução de problemas e de como a variação afeta diretamente os resultados do negócio no que diz respeito a custo, tempo de ciclo e satisfação do cliente.
- **Definir:** nesta etapa, deve-se identificar os projetos a serem conduzidos pelos *Black Belts*, fazendo uso da ferramenta *benchmarking* de produtos e processos. Deve-se também identificar quais processos industriais ou administrativos devem ser envolvidos no trabalho.
- **Medir:** trata-se da avaliação do estado atual do processo em relação aos seus requisitos. Revisão dos tipos de sistemas de medidas e suas características principais CTQ's (*critical to quality*). Nessa fase, a empresa necessita de entender a natureza dos dados coletados e suas propriedades. São avaliadas as falhas nas medições, a frequência com que elas acontecem e a capacidade do sistema.

- **Analisar:** nesta fase faz-se a aplicação dos métodos e ferramentas estatísticas que permitem identificar os elementos causadores do número de produtos ou serviços defeituosos.
- **Melhorar:** deve-se validar as causas do problema. Nesta etapa pode-se ter o processo conhecido como DFSS (*Design for Six Sigma*), o qual permite que um produto ou serviço possa ser projetado ou re-projetado de forma a atingir uma performance Seis Sigma.
- **Controlar:** nesta fase faz-se a implementação das ações que devem assegurar que os mesmos problemas não ocorram novamente e que o monitoramento contínuo do processo de criação do produto ou processo se darão de forma adequada.
- **Padronizar:** alinhamento dos vários projetos com a estratégia do negócio e garantia de que as melhorias obtidas sejam aplicadas em outros processos e que sejam pertinentes.
- **Integrar:** inserir as práticas padronizadas de gestão de projetos em políticas padronizadas.

Este método de Harry e Schroeder (2000) é bastante abrangente e não se trata somente de um fluxo de implementação, mas de uma proposta de forma de gestão contínua e integrada dos esforços Seis Sigma. Pode-se observar que o DMAIC é ampliado numa perspectiva mais robusta, quando incorpora as etapas “reconhecer”, “padronizar” e “integrar”, expandindo a metodologia para perspectivas do negócio e da operação.

2.6.2 – Utilização do Seis Sigma segundo Barney e McCarty (2003)

Os autores referenciam este método como *New Six Sigma*, e desenvolveram este trabalho quando estavam ligados à Motorola e à Motorola University. Eles propõem que a metodologia Seis Sigma, focando redução de defeitos e redução de variabilidade, foi importante para melhorar os resultados financeiros da empresa na década de 1990, porém afirmam que é necessária uma maior integração entre a metodologia e a estratégia do negócio, garantindo que o Seis Sigma auxilie nos resultados de longo prazo. Para isso, eles propõem a integração do Seis Sigma com *scorecards* (ferramenta de monitoramento das principais métricas do negócio), redesenho de processos de negócios e formação de equipes de alta-performance. Tem-se a proposição de quatro princípios quanto ao direcionamento do “*New Six Sigma*”, a saber:

- **Garantir o alinhamento dos executivos aos objetivos e metas adequadas:** uso de *scorecards* e de modelos de excelência como o proposto pelo Prêmio Malcolm Baldrige, partindo dos requisitos dos clientes e da estratégia do negócio até os processos chave. Envolve a criação de uma estratégia para alcance de objetivos, envolvendo metas para os indicadores que devem ser medidos apropriadamente e definidos a partir de objetivos estratégicos.
- **Mobilizar equipes de melhorias:** criação de times altamente capacitados e com poder de decisão, direcionados às melhorias por meio de projetos selecionados pela liderança, usando a metodologia Seis Sigma. Tais esforços devem ser acompanhados, avaliados e revisados. É também proposto o treinamento dos colaboradores que devem participar dos projetos e que isto se dê imediatamente antes do início do desenvolvimento do trabalho. Tal prática é caracterizada pelo autor como treinamento com base *just-in-time*.
- **Acelerar os resultados:** utilização dos treinados para o desenvolvimento de projetos, imediatamente após terem recebido a carga de teoria, visando a redução da distância com a prática. Outro razão é pelo fato da motivação dos envolvidos ainda se encontrar em alta, o que favorece o sucesso com o uso do Seis Sigma.
- **Gerenciar de forma a sustentar as melhorias:** garantir que os executivos sejam os “*owners*” do sucesso do projeto, isto é, donos dos resultados positivos obtidos. Isto deve se dar através de revisões estruturadas dos processos nas etapas do DMAIC e de medições de seus resultados. É importante o uso de métricas para direcionamento e condução da estratégia.

Para a implementação do Seis Sigma tem-se a proposição das seguintes etapas:

- **Etapa 1:** análise do desempenho da organização, envolvendo o exame da imagem dos clientes e da missão da organização que servem como base para a definição dos objetivos estratégicos. Estes objetivos estratégicos, em conjunto com a análise do ambiente e a análise de SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, Threaten*), são usados para estabelecer métricas importantes e metas para cada uma. A partir dessas métricas são definidos direcionadores de performance, que são processos que deverão ser revistos e melhorados para atingir as metas estabelecidas.

- **Etapa 2:** realização de treinamento sobre Seis Sigma para as equipes responsáveis pelos projetos e para os donos dos processos envolvidos. Esses treinamentos são realizados de acordo com a participação de cada um no esforço da melhoria.
- **Etapa 3:** condução dos projetos pelas equipes em treinamento, revisados regularmente pela liderança.

Este método, proposto por Barney e McCarty (2003), apesar de ser um pouco mais voltado à implementação, serve também para direcionar a condução do Seis Sigma. Apresenta como vantagens o esclarecimento de princípios relacionados à importância dos projetos a serem desenvolvidos estarem ligados à estratégia da organização.

2.6.3 – Utilização do Seis Sigma segundo Pande, Neuman e Cavanaugh (2001)

Os autores referenciam este método como *Six Sigma Roadmap*, e apresentam as seguintes diretrizes para a utilização do Seis Sigma em uma organização:

- **Melhoria dos processos:** trata-se do desenvolvimento de soluções focalizadas com o objetivo de eliminar as causas dos problemas de desempenho da empresa. A grande maioria dos projetos Seis Sigma são esforços para melhoria dos processos.
- **Projeto e re-projeto dos processos:** trata-se da reinvenção ou substituição de um processo, cujo objetivo não é mais melhorar, mas inventar um novo processo. Essa estratégia pode estar associada inclusive ao próprio desenvolvimento de um novo produto ou serviço. Tais autores referenciam esta estratégia como o DFSS (*Design for Six Sigma*), abrangendo também o desenvolvimento de novos produtos e serviços.
- **Gerenciamento dos processos:** trata-se da mudança de foco de supervisão para o fluxo de trabalho que fornece valor aos clientes e acionistas. Envolve a documentação e a gestão dos processos, o entendimento e a definição contínua das exigências dos clientes dos processos, a medição das saídas dos processos que são utilizados para avaliação do desempenho e uso de duas outras estratégias, melhoria do processo e o projeto/re-projeto dos processos, para aumentar continuamente os níveis de desempenho.

Tal método, proposto por Pande *et al* (2001), é considerado bastante completo, uma vez que engloba a implementação do Seis Sigma e seu gerenciamento. Pode-se observar também uma

forte influência de conceitos de gestão por processos, pois parte-se da definição de processos centrais, suas saídas e clientes-chave, a partir dos quais se desdobram os esforços.

2.6.4 – Comparação entre as estruturas

De acordo com o apresentado nos itens anteriores, a estrutura proposta por Harry e Schroeder (2000), que expande as cinco etapas do DMAIC analisando o Seis Sigma sob as perspectivas de negócio, operação e processo, possui um foco maior na gestão da metodologia, embora incorpore algumas questões referentes à sua implementação. Ao passo que o *New Six Sigma*, que esclarece os princípios em que é baseado e alinha diretamente o Seis Sigma à estratégia do negócio, tem em sua abrangência o envolvimento tanto das etapas de gestão quanto as de implementação do Seis Sigma.

Como o mais detalhado e completo método apresentado, tem-se o *Six Sigma Roadmap* de Pande, Neuman e Cavanagh (2001), com forte influência dos conceitos de gestão por processos. E no que diz respeito à sua abrangência, envolve tanto as etapas de gestão quanto as de implantação do Seis Sigma.

2.7 – Relatos acerca do Seis Sigma

Pode-se observar na literatura sobre Seis Sigma, diversos relatos referentes aos ganhos proporcionados pela metodologia em diversas organizações em todo o mundo. Não na mesma intensidade, tem-se identificado também autores relatando deficiências, fragilidades e casos de insucesso da metodologia Seis Sigma.

Apresenta-se a seguir dois tópicos sendo o primeiro referente aos relatos positivos acerca do Seis Sigma e em seguida algumas críticas à metodologia.

2.7.1 – Relatos positivos acerca do Seis Sigma

Conforme apresentado no decorrer deste capítulo, o Seis Sigma tem proporcionado mudanças estruturais significativas em várias organizações, através da diminuição da quantidade de defeitos existentes internamente e nos clientes, diminuição do tempo de ciclo de processos críticos e redução de desperdícios. Antony (2004) relata diversos pontos positivos do Seis Sigma, quando comparado a outras abordagens para a gestão da qualidade existentes, conforme apresentado a seguir:

- O Seis Sigma estabelece de forma clara a importância em se tratar problemas financeiramente mensuráveis e que proporcionem impacto positivo quanto a este quesito às organizações. Nenhum projeto Seis Sigma deve ser aprovado enquanto não se tenha estabelecida uma previsão deste impacto.
- O Seis Sigma estabelece de forma clara a importância em se ter um forte suporte da liderança para que se tenha sucesso com a metodologia.
- O Seis Sigma como metodologia de solução de problemas integra elementos de melhoria humanos (mudança cultural, foco no cliente, sistema de infra-estrutura aos *belts*, etc) e elementos de melhoria de processo (gestão de processos, análise estatística de dados processados, análise do sistema de medição, etc).
- A metodologia Seis Sigma utiliza técnicas e ferramentas numa seqüência lógica e estruturada para a melhoria de processos. Cada ferramenta e técnica dentro do Seis Sigma tem sua função bem definida e “quanto”, “onde”, “por que” e “quando” estes recursos devem ser aplicados é o que faz a diferença entre o sucesso e o fracasso no uso da metodologia.
- O Seis Sigma cria uma infra-estrutura de *champions*, *master black belts* (MBB's), *black belts* (BB's) e *green belts* (GB's) que trata, multiplica e implementa a metodologia.
- O Seis Sigma enfatiza a importância da decisão baseada em fatos e dados muito mais que “chutes” ou “experiência”. A metodologia força as pessoas a coletarem dados. O hábito de se realizar medições deve ser considerado como uma parte da mudança cultural.
- O Seis Sigma utiliza o conceito do pensamento estatístico e encoraja os usuários à aplicação de ferramentas e técnicas para redução do índice de defeitos através da diminuição da variação de processos.

Senapati (2004) apresenta uma comparação entre as seguintes metodologias de melhoria da qualidade:

- (1) Seis Sigma;
- (2) SE (*Shainin's Statistical Engineering*);
- (3) *Deming Cycle*;
- (4) TQM (*Total Quality Management*).

Foram definidos alguns parâmetros para a realização do estudo comparativo e a cada metodologia foi associada uma avaliação qualitativa pelo autor, vide quadro 2 a seguir.

Poder-se-á observar que Senapati (2004) conclui que dentro dos parâmetros de comparação definidos, o Seis Sigma possui vantagem em relação às outras técnicas de melhoria da qualidade, uma vez que suas ações são direcionadas de forma mais objetiva à melhoria de processos. Segundo o autor, tal metodologia deve ser encarada pelos gestores como uma ferramenta que “fala menos e faz mais” do que qualquer outra abordagem existente.

Parâmetros	(1)	(2)	(3)	(4)
Abordagem de processo centrado	Alta ênfase	Implícita	Implícita	Alta ênfase
Orientação ao cliente	Implícita	Inexistente	Explícita	Implícita
Abordagem estatística	Há uma base estatística	Não há uma base estatística	Ferramentas têm uma base estatística	Uso de ferramentas estatísticas simples
Influência comportamental	Existe	Não enfatiza	Boa ênfase	Pequena ênfase
Facilidade	Implementação em termos de metas	Guia simples de solução de problemas	Implementação simples	Dificuldade moderada
Custo	Investimentos entre médios e altos	Normalmente investimentos baixos	Normalmente investimentos moderados	Não há informações precisas
Duração	Alta	Duração dos projetos depende do escopo	Tamanho dos projetos são moderados	Não há informações precisas
Abordagem executiva	<i>Top-down</i>	Não enfatizada	<i>Top-down</i>	<i>Bottom-up</i>

Quadro 2 – Comparação do Seis Sigma com outras abordagens da qualidade

Fonte: Senapati (2004)

Deve-se ressaltar que a menção referente à “longa” duração dos projetos desenvolvidos com a metodologia Seis Sigma é divergente do que se tem apresentado na literatura dentro deste tema. Segundo Snee e Rodebaugh (2002), a metodologia Seis Sigma foi arquitetada de tal

forma a prover o desenvolvimento de projetos em um período inferior a seis meses, uma vez que é interesse dos membros do time de trabalho e da alta administração usufruir dos resultados o quanto antes.

2.7.2 – Relatos negativos acerca do Seis Sigma

Apesar de existir vários relatos quanto ao sucesso de organizações que têm utilizado o Seis Sigma, pode-se identificar autores que apresentam fragilidades e deficiências da metodologia. De acordo com Antony (2004), assim como qualquer outra abordagem para melhoria da qualidade surgida nos anos passados, o Seis Sigma também apresenta suas limitações como metodologia, conforme apresentado a seguir:

- A atividade de coleta de dados, principalmente em processos onde nenhum dado se encontra disponível, pode constituir a atividade mais trabalhosa do projeto.
- Algumas vezes pode-se chegar a resultados frustrantes devido ao alto custo para implementação das ações de melhoria. Nestes casos, muitas vezes resolve-se apenas uma parcela do problema.
- O correto e preciso processo de seleção e priorização de projetos é um dos fatores críticos ao sucesso do Seis Sigma. Esta atividade, na grande maioria das organizações, é feito de forma puramente subjetiva. Poucas ferramentas para seleção e priorização de projetos Seis Sigma estão disponíveis e este deve se tratar de um objeto de estudo para pesquisas futuras.
- A definição estatística de Seis Sigma está associada a uma taxa de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. Em processos de serviços um defeito pode ser definido como qualquer coisa que não vá de encontro às necessidades ou expectativas dos clientes. É ilógico assumir que qualquer defeito tem o mesmo peso quando calculado o nível sigma de um processo. Por exemplo, um defeito em um hospital pode ser um processo de admissão errado, falta de treinamento solicitado por um membro da diretoria ou falha em um processo cirúrgico que possa levar o paciente ao óbito.
- O cálculo da taxa de defeitos é feito assumindo-se que o processo é modelado por uma distribuição normal de probabilidade. O cálculo para situações onde o processo não é modelado por tal distribuição ainda se encontra pouco explorado na literatura sobre Seis Sigma.

- Devido ao dinamismo do mercado, todos os parâmetros críticos podem ser alterados em curto espaço de tempo. Deste modo deve-se estabelecer uma rotina de monitoramento regular junto aos clientes quanto às suas necessidades.
- A utilização do valor de 1,5 sigma para todos os processos é bastante questionável, uma vez que processos possuem diferentes comportamentos.
- Falta de padronização do processo de certificação de *green belts* e *black belts*. Isto implica no fato de nem todos estes personagens possuírem a mesma capacidade para utilização da metodologia. Pesquisas têm apontado que o ponto mais crítico é o fato dos Black Belts acreditarem que possuem profundo conhecimento em ferramentas como o *design of experiments*, *robust design*, e o *response surface methodology*, quando na verdade têm apenas um conhecimento superficial e operacional destes recursos.
- O custo de implementação do Seis Sigma em uma organização pode ser alto e consistir em um relevante investimento. Este ponto pode fazer com que diversas organizações de pequeno e médio porte não utilizem a ferramenta.
- O Seis Sigma pode se tornar facilmente um exercício burocrático se o foco da metodologia for direcionado a indicadores como número de funcionários treinados, número de projetos concluídos ao invés de ganhos obtidos com a ferramenta.
- Existe uma grande quantidade de empresas de consultoria sobre Seis Sigma, onde estas vendem seu serviço como se fossem especialistas quando na verdade possuem conhecimento superficial da metodologia.
- A relação entre o custo da não qualidade e o nível sigma do processo requer maiores justificativas.
- A ligação entre o Seis Sigma e a cultura e aprendizagem organizacional ainda não foram devidamente explorados na literatura existente.

Outros relatos são apresentados por Hutchins (2001), quando sinaliza que os conceitos que fundamentam o Seis Sigma são os mesmos do TQM, sendo que a única diferença significativa é o sistema que obriga, por punição ou incentivo, que os gestores participem dos esforços, enquanto no TQM, essa participação é mais voluntária. Em relação a esse ponto, o próprio autor admite que as experiências ocidentais de qualidade que contavam com a participação voluntária dos gestores, quase sempre fracassaram.

Sendo assim observa-se que autores têm sinalizado críticas ao Seis Sigma, devido a algumas fragilidades, existentes em qualquer método de melhoria da qualidade, e outras particulares desta abordagem. Tal ponto se constitui em um rico campo para pesquisas futuras dentro do tema Seis Sigma.

3. Diretivas para seleção de projetos Seis Sigma:

3.1 – A Importância da seleção de projetos ao uso do Seis Sigma

Segundo Carvalho (2002), uma das principais questões nos programas Seis Sigma é a definição e escolha dos projetos que receberão aporte de recursos da organização. É de extrema importância que o processo de seleção assegure a alocação ideal de recursos em projetos prioritários, que tenham seus objetivos alinhados à estratégia do negócio com impacto não só na melhoria da eficiência, mas sobretudo na eficácia da empresa, favorecendo assim a garantia da obtenção de vantagem competitiva.

Antony e Banuelas (2002) alertam que um processo pobre de seleção e definição de projetos Seis Sigma favorece o atraso à obtenção dos resultados positivos proporcionados pela metodologia, o que acarreta, inevitavelmente, um forte sentimento de frustração em toda organização.

Ainda acrescentam, Bertels e Patterson (2003), que durante os primeiros anos de desenvolvimento da metodologia, o número de projetos propostos, geralmente, excede a quantidade de *Green Belts e Black Belts* disponíveis para gerenciá-los. No entanto, nos anos seguintes a quantidade de projetos de melhoria com forte impacto positivo ao negócio tende a diminuir, a menos que exista uma boa estratégia estabelecida, voltada à seleção de projetos.

De acordo com Snee e Rodebaugh (2002), várias discussões acerca do processo de seleção de projetos estão acontecendo nas empresas que têm feito uso do Seis Sigma e vários *inputs* apontam tal etapa como a fase de maior dificuldade no uso da metodologia.

A escolha de projetos de melhoria a serem desenvolvidos, realizada de forma inadequada, pode proporcionar o gasto desnecessário de tempo, recursos financeiros e recursos humanos da organização, direcionando esforços à obtenção de resultados que, muitas vezes, não têm ligação nenhuma com os objetivos principais da empresa, com os interesses dos clientes ou dos funcionários.

Fundin e Cronemyr (2003) apontam o tema seleção de projetos Seis Sigma como uma das mais urgentes discussões, pois os líderes de times deveriam desenvolver um processo de

seleção visando o aumento do portfólio de projetos que realmente agregam valor ao negócio estabelecendo claramente os principais fatores aos projetos Seis Sigma de sucesso.

Pode-se então observar que a literatura tem convergido para a validação da importância de se ter um bom processo de seleção de projetos para o favorecimento da obtenção de resultados positivos no uso da metodologia Seis Sigma.

3.2 – As diretivas

Carvalho (2002) apresenta que para assegurar-se que os recursos estão sendo bem alocados, nos programas Seis Sigma, deve-se procurar o que é crítico para a qualidade. Estes parâmetros devem ter forte impacto ao objetivo que se quer atingir.

Este elemento é denominado *CTQ (Critical to Quality)*.

Duas perguntas básicas podem ajudar na definição do CTQ:

- O que é crítico para o mercado?
- Quais são os processos críticos?

Uma vez que a empresa conhece o que é crítico para a qualidade, deve promover projetos Seis Sigma para garantir que seu desempenho nesses quesitos seja classe mundial, reduzindo sistematicamente a variabilidade desses processos.

Esse processo de seleção de projetos Seis Sigma é permanente e um tema específico dentro da organização pode vir a ser alvo de projeto mais de uma vez. As informações históricas devem ser consideradas sempre que estiverem disponíveis, tornando importante a manutenção de banco de dados contendo os resultados dos projetos Seis Sigma já realizados e do monitoramento do desempenho das *CTQ's* ao longo do tempo.

De acordo com Carvalho (2002), nem sempre é possível conduzir vários projetos Seis Sigma simultaneamente para todos os *CTQ's*, uma vez que, em geral, existem limitações de recursos. Deste modo devem-se estabelecer alguns diretivas para a seleção de projetos.

O PMBOK (2000) sinaliza que os critérios para seleção de projetos podem contemplar uma vasta gama de possíveis metas das organizações, tais como: retorno financeiro, participação de mercado e percepções públicas. Os projetos são selecionados, tipicamente, como resultados de uma ou mais das seguintes situações:

- **Uma demanda de mercado.**

Ilustração: uma companhia automobilística autoriza um projeto para construir carros com maior economia de combustível em resposta a uma escassez crônica de gasolina.

- **Uma necessidade do negócio.**

Ilustração: uma companhia de treinamento autoriza um projeto para criar um novo curso para incrementar as receitas.

- **Um pedido de cliente.**

Ilustração: uma empresa pública de energia elétrica autoriza um projeto para construção de uma nova subestação para servir um novo parque industrial.

- **Um avanço tecnológico.**

Ilustração: uma firma eletrônica autoriza um novo projeto para desenvolver um vídeo-game, após avanços nos tipos de memórias dos computadores.

- **Uma exigência legal.**

Ilustração: um fabricante de tintas autoriza um projeto para estabelecer orientações para manuseio de materiais tóxicos.

- **Uma necessidade social.**

Ilustração: uma organização não governamental (ONG), num país em desenvolvimento, autoriza um projeto para fornecer estações de tratamentos de água e educação sanitária para populações de baixa renda sujeitas a altas taxas de cóleras.

Sendo assim, visando a identificação das principais diretivas à seleção de projetos Seis Sigma, presentes na literatura, fez-se um trabalho de pesquisa aos seguintes autores e fontes: Bertels e Patterson (2003), Fundin e Cronemyr (2003), Rotondaro (2002), Carvalho (2002), Pande *et al.* (2001), Smith *et al.* (2002), Lynch *et al.* (2003), Snee (2001), PMBOK (2000), Harry e Schroeder (2000), Antony e Banuelas (2002), Young e Frank (2004), Goe e Xie (2004) e Snee e Rodebaugh (2002).

As diretivas à seleção de projetos Seis Sigma, como resultado da revisão bibliográfica, se encontram apresentadas a seguir:

(a) Seleção de projetos quanto aos **resultados** a serem obtidos:

- Foco no cliente;
- Ligação com a estratégia do negócio;
- Retorno financeiro.

(b) Seleção de projetos quanto ao **problema** a ser resolvido:

- Problemas estruturais de causas desconhecidas;
- Proporcionalidade com os recursos disponíveis;
- Potencial de término em curto período de tempo;
- Problemas mensuráveis.

Tem-se nas próximas seções o detalhamento de cada um dos pontos apresentados.

3.2.1 – Foco no cliente

Um dos principais cuidados a serem tomados quanto à seleção de projetos Seis Sigma, segundo diversos autores na literatura, é a garantia de que o trabalho a ser desenvolvido esteja ligado às necessidades do cliente, seja ele interno ou externo.

A razão principal de qualquer projeto Seis Sigma a ser executado, segundo Goe e Xie (2004), deve ser a satisfação do cliente.

Fundin e Cronemyr (2003) sinalizam que as organizações devem fazer uso de informações referentes às necessidades dos clientes para a determinação dos principais fatores que direcionarão a seleção dos projetos Seis Sigma a serem desenvolvidos com maior prioridade. Ainda ressaltam que os clientes necessariamente devem sentir os efeitos das melhorias obtidas após a execução do projeto. Isto é reforçado por Antony e Banuelas (2002) que apontam a importância do envolvimento das necessidades dos clientes no processo de seleção de projetos Seis Sigma, minimizando a possibilidade de obtenção de resultados frustrantes.

De acordo com o PMBOK (2000), a necessidade do cliente é um dos direcionadores à iniciação do desenvolvimento de um projeto, isto é, o processo de seleção deve, necessariamente, ter como um dos elementos a figura do cliente interno ou externo.

Uma das mais importantes etapas do processo de seleção de projetos Seis Sigma, segundo Bertels e Patterson (2003), é a coleta de informações dos clientes. Esta abordagem força a equipe envolvida no trabalho a responder continuamente as seguintes questões:

- Qual é a visão do cliente quanto ao principal problema a ser resolvido, e que, portanto proporcionaria o maior impacto positivo aos resultados esperados por ele?
- Que processo deve ser melhorado para que se possa atuar exatamente neste problema apontado pelo cliente?

É apresentado por Pande *et al.* (2001) que projetos Seis Sigma devem começar com a determinação de exigências do cliente, sendo estes requisitos essenciais para seleção dos objetivos dos projetos, visando assim a redução da diferença entre as expectativas da organização e o desempenho atual, especialmente em termos de tempo de entrega, confiabilidade e satisfação geral do cliente.

A seleção de projetos Seis Sigma, segundo Carvalho (2002), deve ter forte orientação para o cliente, demonstrando preocupação em compreender suas necessidades e expectativas, bem como identificando as características críticas para a qualidade.

Existem várias ferramentas para auxílio à realização desta tarefa de ligação das expectativas do cliente com a seleção de projetos Seis Sigma. Dentre elas, a “Casa da Qualidade”, que, segundo Carvalho (2002), é considerado um dos recursos mais importantes à seleção do problema a ser resolvido no desenvolvimento do projeto. Neste método faz-se a busca das respostas às seguintes questões:

- Como interpretar as necessidades dos clientes?
- Como selecionar aquelas que maximizam a satisfação do cliente conciliando as demandas de diferentes clientes?
- Como traduzir as necessidades dos clientes em *CTQ's*?
- Como priorizar os *CTQ's* selecionados?

- Em quais características da qualidade devem ser concentrados os esforços da equipe Seis Sigma e os recursos disponíveis para o projeto?
- Segundo a visão do cliente externo, nosso produto é melhor ou pior que o produto dos concorrentes?
- Como estabelecer metas quantitativas para os *CTQ's*?

O objetivo desta ferramenta é responder às questões apresentadas, para finalmente definir os *CTQ's* que serão alvo de seleção de projetos Seis Sigma.

Deste modo fica claro, diante do apresentado, que o envolvimento da figura do cliente no processo de seleção de projetos Seis Sigma é de extrema importância para que se tenha a garantia de que o aporte de recursos está sendo feito de forma adequada quanto ao direcionamento do trabalho, maximizando as chances de obtenção de resultados satisfatórios ao término do projeto.

Deve-se ainda ressaltar a existência de ferramentas da qualidade para o auxílio desta tarefa de ligação entre necessidades dos clientes e o processo de seleção de projetos Seis Sigma.

3.2.2 – Ligação com a estratégia do negócio:

Toda organização deve possuir, definida de forma bastante clara, sua estratégia gerencial, que se traduz basicamente, no “norte” a ser seguido por todos os membros da empresa, pertencentes a qualquer nível hierárquico.

Deseja-se que toda e qualquer ação a ser realizada esteja, de alguma forma, ligada à estratégia do negócio.

Segundo Bertels e Patterson (2003), sendo os projetos, um conjunto de ações inseridas nestes cenários organizacionais, nada mais esperado que no processo de seleção dos problemas a serem resolvidos com o uso da metodologia exista a avaliação quanto à ligação do projeto com a estratégia do negócio onde o Seis Sigma será aplicado.

É apontado por Smith *et al.* (2002), que entre os critérios a serem observados à seleção de projetos Seis Sigma, tem-se a ligação com a estratégia da organização. Deve-se sempre priorizar projetos de acordo com os KPI's (*key performance indicators*) da empresa, garantindo o suporte da liderança e contribuindo estrategicamente para o negócio. Isto é reforçado por Young e Frank (2004) que ressaltam a importância de se garantir o alinhamento dos projetos Seis Sigma, a serem selecionados, com o direcionamento do negócio.

É de extrema importância, de acordo com Carvalho (2002), que os projetos Seis Sigma sejam encarados como atividades de melhoria da qualidade segundo uma visão mais ampla de projetos que tenham impacto no negócio e estejam alinhados às estratégias organizacionais das empresas.

De acordo com Harry e Schroeder (2000), existem alguns pressupostos para a seleção de projetos Seis Sigma, onde entre eles destaca-se o alinhamento com a estratégia, isto é, os projetos devem ser identificados nos objetivos e no direcionamento da empresa.

É reforçado por Antony e Banuelas (2002), que caso, por exemplo, o diretor principal da organização seja a maximização dos lucros, devem-se ter projetos Seis Sigma direcionados a processos do negócio que proporcionem resultados financeiros atrativos, como, forte diminuição em índice de rejeitos definitivos, forte diminuição de índices de retrabalho e aumento de produtividade.

Ainda complementam, Antony e Banuelas (2002), em cada simples projeto Seis Sigma, a ligação entre os objetivos do trabalho e a estratégia do negócio deve estar claramente identificada.

Snee e Rodebaugh (2002) apresentam de forma bastante explícita a necessidade de se examinar cuidadosamente o portfólio de projetos Seis Sigma a serem iniciados, visando a garantia de que sejam desenvolvidas as propostas de trabalho que estão em linha com as necessidades estratégicas de melhoria da organização.

Pode-se observar então, uma forte convergência entre os autores consultados neste trabalho de pesquisa quanto à importância de se observar e garantir a existência do alinhamento entre os projetos Seis Sigma a serem desenvolvidos, e a estratégia do negócio.

3.2.3 – Retorno financeiro

Segundo Carvalho (2002), o sucesso dos programas Seis Sigma não pode ser explicado apenas pela utilização exaustiva de ferramentas estatísticas, mas também pela harmoniosa integração do gerenciamento por processo e por diretrizes, mantendo o foco nos clientes, nos processos críticos e nos resultados da empresa. Entre outros aspectos, esta nova abordagem tem feito com que, diferentemente de outros programas da qualidade, as empresas que utilizam o Seis Sigma divulguem cifras milionárias de ganhos obtidos com seus projetos.

Sendo assim, uma vez que a ferramenta pode proporcionar tal benefício, o que é extremamente necessário à sobrevivência de qualquer instituição capitalista, deve-se considerar este ponto no processo de seleção de projetos Seis Sigma.

Projetos bem qualificados devem ser definidos através do entendimento das principais necessidades da companhia. De acordo com Fundin e Cronemyr (2003), a diminuição do custo da não qualidade é uma necessidade importante e um forte direcionador quando este valor é significativo à organização. Podem-se ter perdas devido a refugos de produção, atrasos, desvios de qualidade nos clientes internos ou externos entre outros problemas. Estas são, então, algumas possibilidades de cenários onde a ferramenta Seis Sigma pode ser aplicada.

Harry e Schroeder (2000) apresentam de forma bastante clara o potencial de ganhos financeiros como um dos pressupostos para a seleção adequada de projetos Seis Sigma. Deve-se ter de forma explícita qual a expectativa mais provável de retorno monetário, a ser obtido com o desfrute dos resultados finais do projeto, antes do início do planejamento e alocação de recursos para a realização do trabalho.

Mais uma vez indicado, agora por Young e Frank (2004), os projetos Seis Sigma devem ser cuidadosamente selecionados, visando a maximização dos benefícios financeiros a serem obtidos pela organização.

Desta forma, fica claro que um importante critério a ser observado no processo de seleção de projetos Seis Sigma é o retorno financeiro potencial do trabalho a ser desenvolvido.

3.2.4 – Problemas estruturais de causas desconhecidas

Existem, basicamente, dois tipos de problemas, de acordo com Rotondaro (2002).

- **Problemas estruturais:** são aqueles devido a causas comuns de variação de processos, também chamados de problemas crônicos. Normalmente uma das indicações deste tipo de problema é a alta frequência com que ocorrem. A identificação de causas comuns, muitas vezes se traduz numa tarefa de alta complexidade.
- **Outbreaks:** são os desvios devido a causas especiais de variação de processos, também chamados de problemas esporádicos. Normalmente uma das indicações deste tipo de problema é a baixa frequência com que ocorrem. A identificação de causas especiais, quase sempre se traduz numa tarefa de baixa complexidade.

Na grande maioria dos casos, a investigação para descoberta de uma causa especial não é trabalho suficiente para justificar a aplicação da metodologia Seis Sigma. Muitas vezes o uso adequado da ferramenta *Design of Experiments* (DOE), por exemplo, proporciona a descoberta da origem do desvio para a tomada das devidas ações de contenção, correção e prevenção.

Sendo assim, a metodologia Seis Sigma deve ser aplicada à solução de problemas estruturais, isto é, seu uso deve se dar ao combate de causas comuns de variação, visando a diminuição sistemática da quantidade de não conformidades do sistema (produtos ou serviços), o que se traduz em aumento da capacidade do processo.

Outro ponto bastante importante a ser observado, no processo de seleção de projetos Seis Sigma, de acordo com Pande *et al.* (2001), é o conhecimento quanto à origem do problema.

Devem-se evitar projetos nos quais a causa do problema já está definida ou a solução é pré-determinada. O que é reforçado por Snee e Rodebaugh (2002), quando indicam claramente que projetos Seis Sigma devem abordar problemas cuja solução seja desconhecida.

Deste modo, fica claro que na seleção de um projeto Seis Sigma deve-se garantir que o processo a ser melhorado está associado a um problema estrutural de causas desconhecidas.

3.2.5 – Proporcionalidade com os recursos disponíveis

Outro cuidado bastante importante a se tomar no processo de seleção de projetos Seis Sigma, em se tratando do problema a ser resolvido, é a proporcionalidade entre a dimensão do problema que será tratado e os recursos disponíveis para a execução deste trabalho.

Dentre alguns pressupostos para a seleção adequada de projetos Seis Sigma, segundo Harry e Schroeder (2000), tem-se a necessidade de se avaliar todos os recursos necessários para a condução do projeto e a quantidade dos mesmos.

Carvalho (2002) aponta as seguintes questões a serem respondidas à seleção de um projeto Seis Sigma, quanto a este critério:

- O projeto tem apoio e recursos adequados proporcionados pelas partes interessadas?
- Os recursos são suficientes para concluir com sucesso o projeto?
- Existem muitas áreas envolvidas no projeto?
- Os “donos” dos processos envolvidos participam do projeto?

Segundo Pande *et al.* (2001), dentre as orientações para a seleção de um projeto Seis Sigma, consta o cuidado para se evitar projetos com escopo muito amplo, uma vez que os recursos disponíveis podem não ser suficientes para o desenvolvimento do trabalho de forma adequada.

Bengt et al (2001) reforçam a importância de se selecionar projetos Seis Sigma corretos para as pessoas certas e com as ferramentas adequadas.

Deste modo, pode-se observar a grande importância em se garantir que, para a solução do problema proposto através de um projeto Seis Sigma, seja tomado o cuidado com os recursos disponibilizados pela organização.

3.2.6 – Potencial de término em curto período de tempo

Uma vez que os projetos Seis Sigma precisam estar claramente ligados às prioridades do negócio, Snee e Rodebaugh (2002) apontam a importância da obtenção dos resultados finais do trabalho tão logo quanto possível. Existe, portanto, um grande interesse em projetos que apresentem potencial de término em curto período de tempo, pois os benefícios aos processos

da organização serão desfrutados mais cedo. Além do fato de que projetos longos apresentam um potencial à perda de recursos disponibilizados pela organização.

Segundo Snee e Rodebaugh (2002), a duração para desenvolvimento e conclusão de um projeto Seis Sigma deve ser de três a seis meses.

Isto é reforçado por Harry e Schroeder (2000), que dentre alguns pontos a serem observados para a seleção adequada de projetos Seis Sigma, apresenta o tempo necessário para conclusão do trabalho. Deve-se evitar projetos com duração excessiva, isto é, que superem seis meses.

Fundin e Cronemyr (2003) também apontam a importância de se selecionar projetos Seis Sigma que possam ser finalizados em até seis meses e tenham alta probabilidade de sucesso.

Deste modo, pode-se observar um forte direcionamento, entre os autores pesquisados, para a importância de se selecionar projetos Seis Sigma que tenham alto potencial de conclusão em um curto período de tempo. A literatura aponta a duração máxima de seis meses.

3.2.7 – Problemas mensuráveis

Segundo Bertels e Patterson (2003), para se usufruir a metodologia Seis Sigma da forma mais completa possível, deve-se realizar, como primeira etapa, um bom investimento de tempo e energia para a definição das variáveis mensuráveis de saída para a identificação das áreas a serem melhoradas.

De acordo com Fundin e Cronemyr (2003), na etapa de seleção de projetos Seis Sigma é importante a identificação das características mais significativas da qualidade. Deve-se garantir que a melhoria será claramente sentida pelo cliente e as variáveis de resposta, isto é, o que está sendo melhorado, é facilmente mensurável.

Lynch *et al.* (2003), apresentam, entre os pontos relevantes à escolha de um projeto Seis Sigma, a necessidade em se ter dados para quantificar o problema a ser tratado no projeto. Caso não exista tal informação, sugere-se que uma coleta de dados seja implementada anteriormente à execução do trabalho.

Snee (2001) também reforça a importância de se tratar problemas que possam ser medidos. Isto é claramente observado em sua definição de metodologia Seis Sigma: um problema identificado a ser solucionado, cujas métricas possam ser usadas para estabelecer suas metas e monitorar seu progresso.

Dentre os tópicos para seleção de projetos Seis Sigma apresentados por Carvalho (2002), tem-se a importância de serem tratados problemas mensuráveis. Deve-se responder, primeiramente, a seguinte questão:

- O defeito é identificável, sendo possível mensurar o impacto do projeto?

Deste modo, através da consulta à literatura acerca da importância de se tratar problemas mensuráveis em projetos Seis Sigma, pode-se observar uma concordância bastante clara entre os autores pesquisados apontando para a validação deste critério.

3.3 – Matriz de referência

No quadro 3, a seguir tem-se apresentada a matriz de referência, relacionando cada uma das diretivas à seleção de projetos Seis Sigma aos autores pesquisados.

Conforme indicado, pode-se observar o seguinte cenário quanto à quantidade de citações a cada um dos critérios.

- Foco no cliente: 7 citações
- Retorno financeiro: 4 citações
- Ligação com a estratégia do negócio: 7 citações
- Problemas estruturais de causas desconhecidas: 2 citações
- Proporcionalidade com os recursos disponíveis: 4 citações
- Potencial de término em curto período de tempo: 3 citações
- Problemas mensuráveis: 6 citações

Os critérios “foco no cliente” e “ligação com a estratégia do negócio” foram os mais citados, uma vez que favorecem diretamente a quebra de resistências que surgem no desenvolvimento dos projetos, pois se tem o apoio da alta administração e a força dos interesses dos clientes.

Carvalho (2002) foi o autor que apresentou maior interseção entre seu trabalho, consultado, e as diretivas à seleção de projetos Seis Sigma identificadas na revisão bibliográfica. Os critérios “foco no cliente”, “ligação com a estratégia do negócio”, “retorno financeiro”, “proporcionalidade com os recursos disponíveis” e “problemas mensuráveis” foram claramente explorados.

Matriz de referência - Critérios para seleção de projetos Seis Sigma							
Autor(es)	Foco no Cliente	Retorno financeiro	Ligação com a estratégia do negócio	Problemas estruturais de causas desconhecidas	Proporcionalidade com os recursos disponíveis	Potencial de término em curto período de tempo	Problemas mensuráveis
Thomas Bertels e George Patterson (2003)	X		X				X
Anders P. Fundin e Peter Cronemyr (2003)	X	X				X	X
Roberto G. Rotondaro (2002)					X		
Pande, P.S.; Neuman, R.P. e Cavanagh, R.R. (2002)	X			X	X		
Smith, D.; Blakeslee, J e Koonce, R. (2002)			X				X
Lynch, Bertolino e Cloutier (2003)							X
Snee, R.D. (2001)							X
Harry e Schroeder (2000)		X	X		X	X	
Antony e Banuelas (2002)	X		X				
Young Hoon Kwak e Frank T Anbari (2004)		X	X				
T N Goe e M Xie (2004)	X						
Snee e Rodebaugh (2002)			X	X		X	
PMBOK (2000)	X						
M.M. Carvalho (2002)	X	X	X		X		X

Quadro 3 – Matriz de referência

Outro fator interessante a ser destacado é o fato do PMBOK (2000), considerada uma forte referência quanto à gestão de projetos, mencionar apenas o “foco no cliente” como critério a

se utilizar para seleção de projetos de melhoria. Não se observou uma ênfase muito grande a este tema na referida fonte.

Os crivos “retorno financeiro”, “problemas estruturais de causas desconhecidas” e “potencial de término em curto período de tempo” foram citados em menor frequência, possivelmente em função de autores considerarem que tais crivos serão utilizados naturalmente uma vez que suas importâncias, normalmente, são ressaltadas nos treinamentos de Seis Sigma dentro das organizações.

4. Estudo de Caso

4.1 – Metodologia de pesquisa

4.1.1 – Estrutura lógica do processo de pesquisa

Esta etapa tem o objetivo de explicitar a metodologia utilizada para a realização das atividades de pesquisa desenvolvidas neste trabalho.

Tem-se apresentado por Bryman (1989), uma abordagem científica para a condução de uma pesquisa, que trata de um modelo de estrutura lógica deste processo. O termo “científico” foi utilizado pelo autor com o objetivo de reforçar que se trata de uma abordagem sistemática de investigação onde, a coleta de dados e informações com as respectivas atividades de análise em relação ao problema de pesquisa previamente formulado, necessariamente, devem ser os elementos mínimos a serem utilizados neste processo. Tal processo é ilustrado na figura 2 a seguir:

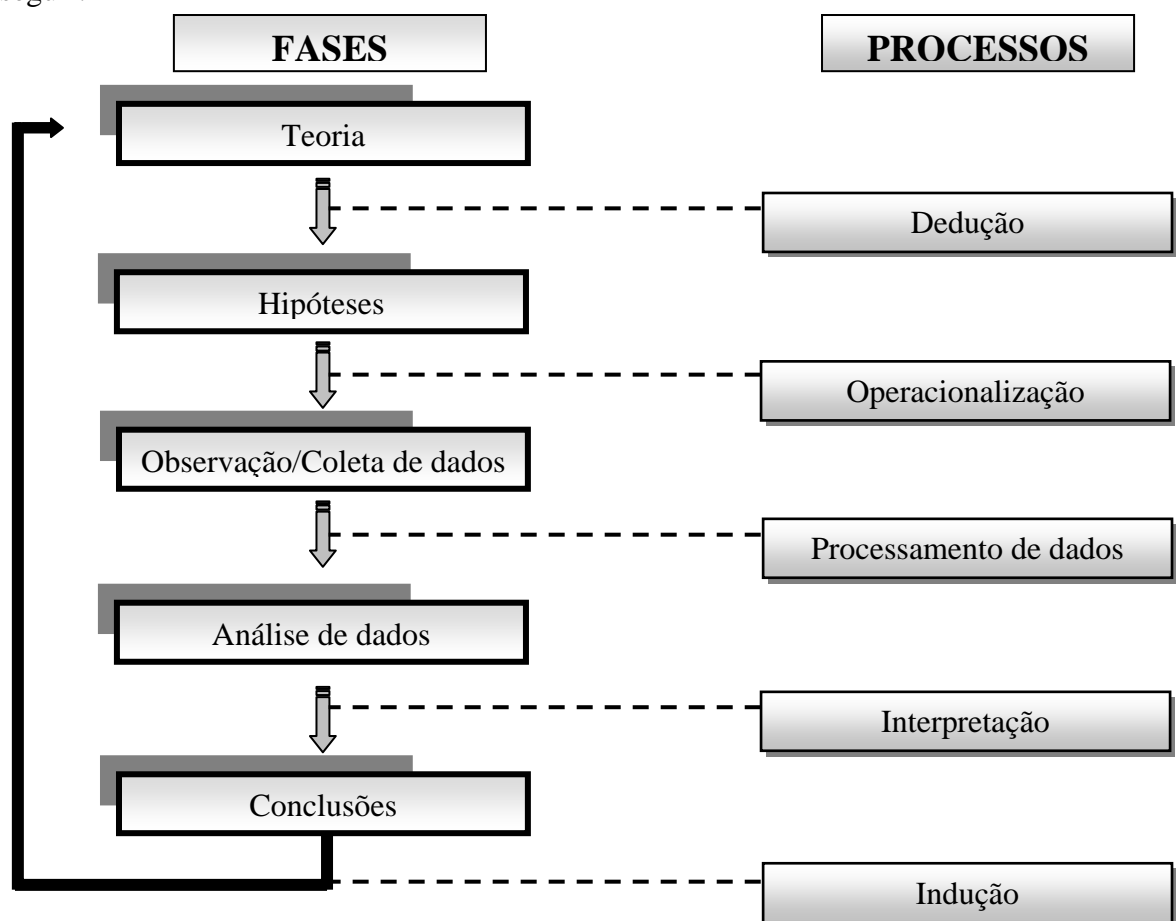


Figura 2 – Processo de pesquisa

Fonte: Bryman (1989)

De acordo com Bryman (1989), dentro deste modelo, tem-se:

- **Teoria:** trata-se do primeiro ponto dentro do modelo, e objetiva formular uma explicação sobre determinada parcela da realidade, como por exemplo por que uma pessoa gosta de seu trabalho e outras não.
- **Hipóteses/proposições:** a partir desta teoria, através de um processo **dedutivo**, tem-se a determinação de hipóteses/proposições específicas que devem ser testadas no decorrer do trabalho de pesquisa.
- **Observações/coleta de dados:** através do uso das hipóteses/proposições formuladas diante da teoria definida, devem-se **operacionalizar** estas informações, visando a confecção de uma ferramenta para a coleta de dados quantitativos/qualitativos.
- **Análise de dados:** após a coleta dos dados deve-se realizar o **processamento** de tais informações, com o objetivo de se desenvolver um detalhado trabalho de análise do que se obteve.
- **Conclusões:** uma vez realizada a **interpretação** dos resultados obtidos, depois de terem sido coletados e analisados, no trabalho de pesquisa, faz-se a correlação destes com a teoria e as hipóteses/proposições formuladas no início da pesquisa, caracterizado como processo **indutivo**. Desta forma, obtendo as conclusões do trabalho de pesquisa.

Pode-se observar a existência de um processo estruturado para a realização do processo de pesquisa. Tal abordagem foi utilizada no presente trabalho objetivando criar uma linha lógica entre as teorias e proposições determinadas no início da pesquisa com os dados coletados, analisados e interpretados posteriormente.

4.1.2 – Método de pesquisa e ferramentas para coleta de dados

Para a realização da atividade de pesquisa foi necessária a definição do método a ser utilizado no desenvolvimento desta tarefa, bem como qual ou quais ferramentas seriam utilizadas para a realização da coleta dos dados e informações a serem analisadas.

Segundo Bryman (1989), não se trata de uma tarefa muito simples distinguir métodos de pesquisa e ferramentas para coleta de dados. Tem-se apresentada uma relação de tais

elementos com o objetivo de confeccionar uma estrutura geral para orientação de uma investigação, através da qual dados podem ser coletados e analisados.

Apesar de determinados métodos de pesquisa estar associados a algumas ferramentas para coleta de dados, é importante se ter a distinção entre os elementos, pois um não necessariamente implica no outro. (BRYMAN, 1989)

Tem-se apresentado a seguir a relação de métodos de pesquisa e ferramentas para coleta de dados, proposta na figura 3:



Figura 3 – Relação dos métodos de pesquisa e ferramentas para coleta de dados

Adaptado de Bryman (1989)

De acordo com Bryman (1989), acerca dos métodos de pesquisa, tem-se:

- **Experimentos:** este método de pesquisa tem considerável importância na pesquisa organizacional devido principalmente a dois pontos. Primeiramente pela possibilidade de proporcionar ao investigador bons elementos para realização de afirmação sobre eventos causais, isto é, que uma coisa tem efeito sobre outra coisa. Em segundo lugar, pela facilidade com que pesquisas que utilizam este método, apresentem modelos de causa e efeito acerca da realidade analisada.
- **Survey:** neste método de pesquisa faz-se o uso de coleta de dados, normalmente, através de entrevistas ou questionários, dentro de uma quantidade muito grande de variáveis. O objetivo, então, é a identificação de padrões de relações entre estas variáveis.
- **Pesquisa qualitativa:** a ênfase deste método é na interpretação, por parte dos indivíduos, sobre seus meios e sobre seus próprios comportamentos. Os dados coletados tendem a ser mais voltados aos detalhes do que as pessoas relatam e aos contextos nos quais suas ações são tomadas. A idéia principal deste método de pesquisa é relatar o que tem acontecido, na realidade em estudo, mais na visão dos participantes deste meio, do que na visão do próprio pesquisador.
- **Estudo de caso:** este método tem como objetivo a realização de análises detalhadas de um ou um pequeno número de casos. Normalmente a unidade de análise é uma organização, mas pode também ser departamentos, seções de uma mesma organização ou de organizações diferentes. Normalmente têm-se dificuldades em distinguir pesquisa qualitativa de estudo de caso.
- **Pesquisa ação:** neste método o pesquisador é membro atuante no meio em que o trabalho tem sido desenvolvido. Normalmente trata-se de problemas reconhecidos tanto pelo pesquisador quanto pela organização a qual ele atua. O pesquisador fornece informação à organização para a tomada de ações e observa o impacto da implementação à solução do problema em análise.

Para estes métodos de pesquisa apresentados, tem-se da mesma forma, uma relação de ferramentas para coleta de dados. Conforme figura 3, as principais se encontram apresentadas abaixo:

- **Questionários auto administrados:** trata-se de um conjunto de questões a serem direcionadas aos entrevistados que as responderão de acordo com sua própria interpretação.
- **Entrevista estruturada:** trata-se de um conjunto de questões específicas e precisamente formuladas a serem respondidas por pessoas chave à pesquisa. Este processo é conduzido por um entrevistador.
- **Observação participante:** trata-se de uma técnica que envolve a participação do pesquisador gastando um período de tempo em observações num contexto organizacional particular. O grau de participação varia de estudo para estudo.
- **Entrevista não-estruturada:** diferentemente da entrevista estruturada, aqui o pesquisador realiza a entrevista de uma maneira informal, permitindo ao entrevistado considerável liberdade no que será relatado. Pode até não existir uma série de questões pré-formuladas.
- **Observação estruturada:** neste caso o pesquisador confecciona um “mapa de observações” antes de se dirigir ao local de estudo, diferentemente da observação participante onde se tem um registro não-estruturado de comportamentos. Normalmente o pesquisador não necessita fazer parte do dia a dia da organização.
- **Simulação:** nesta ferramenta os indivíduos pertencentes ao ambiente em estudo são solicitados a imitar o comportamento real do cotidiano, com o objetivo do pesquisador observar como eles reagem em diferentes situações. O comportamento das pessoas pode ser registrado com o auxílio de um instrumento como a “observação estruturada”.
- **Fontes de dados de arquivos:** este não se trata exatamente de um método de coleta de dados, mas uma fonte de dados onde o pesquisador utiliza materiais e evidências existentes para a realização de análise. Esta categoria inclui documentos históricos, registros atuais e estatísticas existentes. Tais informações podem ser utilizadas tanto quantitativamente quanto qualitativamente.

De acordo com o objetivo do presente trabalho de pesquisa, que é o de analisar o cenário de empresas de manufatura do Brasil quanto ao processo de seleção de projetos Seis Sigma em comparação ao que a literatura sobre o assunto tem apresentado, decidiu-se que o método de pesquisa a ser utilizado é o **estudo de caso**, que segundo Voss *et al* (2002), é considerado um dos métodos de pesquisa mais eficazes a serem utilizados no ambiente industrial.

Segundo Yin (1994), este método é utilizado quando se tem como objetivo de trabalho responder perguntas do tipo “como” ou “por que”.

O trabalho em questão procura responder questões de “Como os projetos Seis Sigma tem sido selecionados em empresas de manufatura do Brasil?” e “Por que os resultados esperados com o uso do Seis Sigma podem não ser alcançados”.

Deve-se ressaltar, também, que o pesquisador não tem controle sobre eventos e que se procura identificar padrões e ligações de importância teórica sobre o Seis Sigma.

Com relação às ferramentas para coleta de dados, neste trabalho de pesquisa utilizou-se:

- **Entrevista não estruturada (protocolo no ANEXO-A);**
- **Observação participante;**
- **Fontes de dados de arquivos;**

4.1.3 – Projeto do estudo de caso

Neste processo de pesquisa utilizou-se como referência para o desenvolvimento do projeto do estudo de caso as diretrizes sinalizadas por Yin (1994).

4.1.3.1 – Componentes do estudo de caso

Segundo Yin (1994) tem-se basicamente cinco componentes para um projeto de estudo de caso:

- **As questões estudadas:** o estudo de caso deve responder questões do tipo “Como” e “Por que”;
- **As proposições:** devem direcionar a atenção para algo que deve ser analisado dentro do escopo do estudo.

- **A unidade de análise:** está relacionado ao problema fundamental do caso a ser estudado, quais as características que levaram à escolha do caso em questão;
- **A união lógica dos dados com as proposições:** devem-se correlacionar os dados encontrados com as proposições;
- **Critério de interpretação dos resultados:** deve-se verificar se foram encontrados padrões e se esses padrões se relacionam entre si através de uma análise intercasos;

4.1.3.2 – O método do estudo de caso

Segundo Yin (1994) pode-se dividir um estudo de caso em oito etapas, conforme apresentado a seguir:

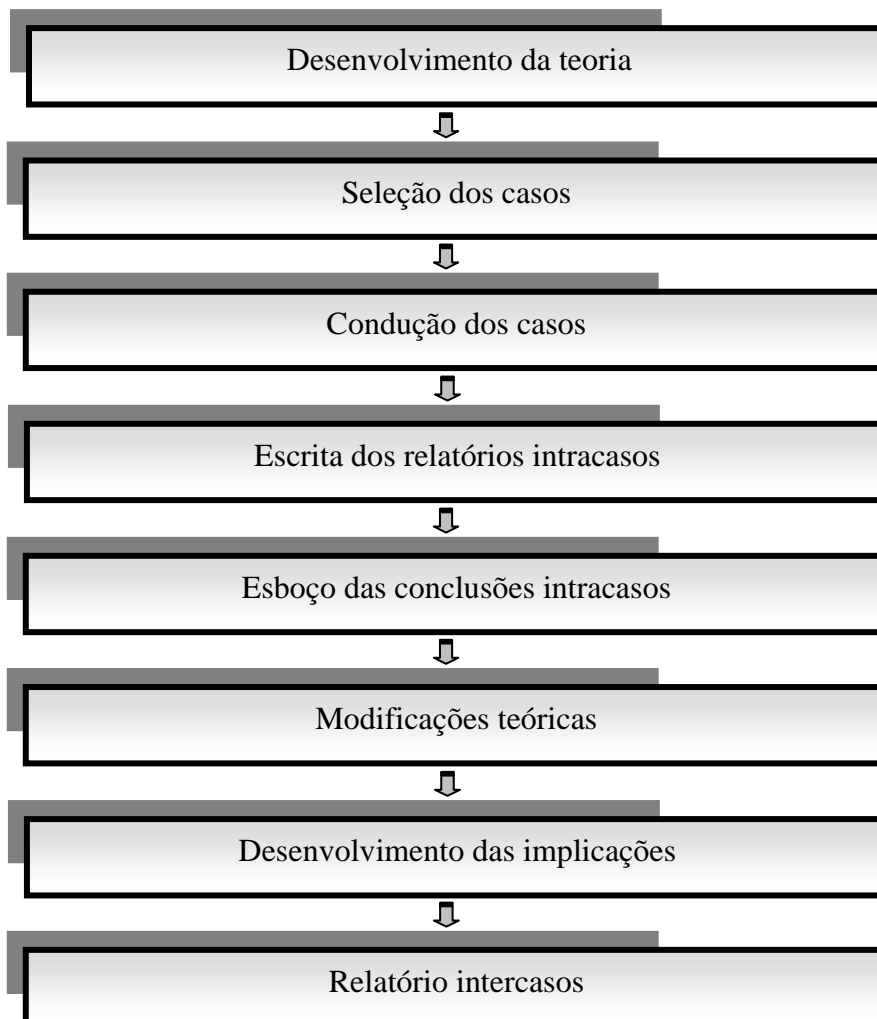


Figura 4 – Estrutura do estudo de caso

Fonte: Yin (1994)

Deste modo o presente trabalho procura seguir esta seqüência apresentada para desenvolvimento do estudo de caso.

4.1.3.3 – Elementos para avaliação do estudo de caso

De acordo com Yin (1994), têm-se três elementos para avaliação da qualidade de um estudo de caso, conforme apresentado a seguir:

- **Validade construtiva:** o desenvolvimento do estudo de caso deve prover adequadas referências, definições de variáveis, medições e interpretações dos conceitos teóricos pesquisados para que se possa garantir uma adequada correlação entre os dados e informações coletadas e os tais conceitos estudados.
- **Validade externa:** este aspecto referencia a forma como se deu o trabalho de análise dos dados e as fronteiras que delimitam os resultados e conclusões obtidas no trabalho de pesquisa quanto à generalização destes.
- **Confiabilidade:** o estudo de caso, como um processo, deve ser norteado por um procedimento. O critério de confiabilidade está associado à variação dos resultados obtidos e conclusões no trabalho de pesquisa em função do método utilizado pelo pesquisador que está desenvolvendo o trabalho. O desejado é que um estudo de caso convirja para as mesmas conclusões, independentemente do pesquisador que conduz o trabalho.

4.1.3.4 – Processo de coleta de dados

Tem-se apresentado por Yin (1994), que entre as ferramentas para coleta de dados pode-se utilizar um protocolo, cuja utilização objetiva aumentar a confiabilidade do estudo de caso. Tal ferramenta consiste em um roteiro a ser utilizado pelo pesquisador nas atividades de pesquisa de campo.

Quando da utilização de ferramentas para a coleta de dados no processo de pesquisa, têm-se apresentado por Yin (1994), três princípios importantes que visam maximizar os benefícios do uso destas ferramentas:

- **Uso de múltiplas origens de evidências:** evidências coletadas de duas ou mais origens devem conduzir o trabalho aos mesmos resultados e conclusões, evidenciando assim uma convergência no processo de coleta de dados.
- **Criação de um banco de dados do caso:** as evidências devem ser dispostas de forma organizada em algum tipo de armazenador de dados, pois se tratam das provas adquiridas no decorrer do trabalho de pesquisa. Deve-se também arquivar os relatórios desenvolvidos ao longo deste processo.
- **Mantendo uma cadeia de evidências:** e ligação entre as questões apresentadas, a coleta de dados e as conclusões, deve ser realizada de forma muito clara. Todos os argumentos acerca dos resultados devem estar associados a alguma evidência.

4.1.3.5 – Síntese do projeto de estudo de caso

→ Questões estudadas

O trabalho em questão procura responder, dentre outras questões, as perguntas de “Como os projetos Seis Sigma tem sido selecionados em empresas de manufatura do Brasil?” e “Por que os resultados esperados com o uso do Seis Sigma podem não ser alcançados”.

→ Proposições

Este trabalho de pesquisa apresenta as seguintes proposições:

- P1: A quantidade de funcionários treinados na metodologia Seis Sigma favorece a prática adequada de seleção de projetos Seis Sigma (convergência entre prática e literatura).
- P2: A prática adequada de seleção de projetos Seis Sigma favorece a obtenção de resultados satisfatórios com o uso do Seis Sigma (percentual de projetos concluídos em 2004).

→ Unidades de análise

Tem-se a seguir a relação dos critérios utilizados para seleção das empresas a serem estudadas:

- Tempo de uso do Seis Sigma, no mínimo três anos de contato, entendendo se tratar de um período adequado para a consolidação da metodologia na organização. As duas empresas tiveram o primeiro contato com a metodologia em meados de 2001.

- Empresas líderes em seus respectivos mercados, uma vez que nesta posição tais organizações devem ter forte interesse na manutenção de suas vantagens competitivas, o que vem de encontro aos benefícios potenciais da utilização do Seis Sigma.
- Unidades fabris de grande porte. Os dois objetos de estudo possuem mais de 1000 funcionários, entendendo-se tratar de um elemento crítico ao desenvolvimento da cultura do Seis Sigma.

→ União lógica dos dados com as proposições

Procurou-se minimizar ou até mesmo eliminar possíveis divergências entre os dados coletados e as proposições estabelecidas a serem avaliadas. Tem-se apresentado nos resultados obtidos da pesquisa de campo, a partir do protocolo de pesquisa, observação direta e análise documental, nas empresas estudadas, uma união lógica de tais informações com as proposições estabelecidas no início do trabalho.

Adotou-se a mesma estrutura e seqüência de coleta de dados às duas empresas analisadas. Primeiramente fez-se o mapeamento do processo de seleção de projetos Seis Sigma, em seguida realizou-se as entrevistas e por fim a coleta de dados referentes aos ganhos obtidos com o Seis Sigma.

→ Critério de interpretação dos resultados

Para avaliação dos resultados obtidos na pesquisa de campo, foram definidos critérios claros de análise da “convergência” entre as informações obtidas e a referência estabelecida a partir da revisão bibliográfica, conforme apresentado abaixo:

- **Fraca:** a observação de tal critério **não consta** no processo de seleção de projetos Seis Sigma e na prática, a maior parte dos projetos, **não faz** uso de tal critério.
- **Média:** a observação de tal critério **não consta** no processo de seleção de projetos Seis Sigma, mas na prática, a maior parte dos projetos **faz** uso de tal critério. Ou a observação de tal critério **consta** no processo de seleção de projetos Seis Sigma e na prática, a maior parte dos projetos, **não faz** uso de tal critério.
- **Forte:** a observação de tal critério **consta** no processo de seleção de projetos Seis Sigma e na prática, a maior parte dos projetos, **faz** uso de tal critério.

Neste trabalho de pesquisa tem-se, ainda, apresentada uma análise intercasos, onde se procura evidenciar possíveis padrões que possam se relacionar entre si.

→ **Validade construtiva**

Com o objetivo de garantir uma adequada correlação entre o que foi pesquisado acerca do processo de seleção de projetos Seis Sigma e a coleta de dados nas duas empresas selecionadas, elaborou-se um protocolo de pesquisa para ser utilizado como elemento norteador destas atividades de campo. Tal ferramenta se encontra no *Anexo A*.

→ **Validade externa**

A generalização dos resultados obtidos neste trabalho, a outros casos, deve ser feita cuidadosamente, uma vez que, podem existir outros fatores que favoreçam a consolidação do Seis Sigma, e o método estudo de caso provê pouca base para generalização.

→ **Confiabilidade**

De acordo com o que foi apresentado, este trabalho de pesquisa, da forma como foi estruturado, possui adequadas ferramentas para que outros pesquisadores possam reproduzir a pesquisa com potencial para obtenção de resultados e conclusões convergentes com o que se tem aqui apresentado.

4.2 Realização do Estudo de Caso

Os objetos de estudo selecionados foram duas empresas de manufatura situadas no estado de São Paulo que utilizam a metodologia Seis Sigma como ferramenta à busca de soluções de problemas estruturais.

O primeiro objeto de estudo, referenciado neste trabalho como “Empresa A”, trata-se de uma indústria pertencente ao setor eletro-eletrônico cuja unidade fabril em análise se localiza na região do Vale do Paraíba, estado de São Paulo.

O segundo objeto de estudo será referenciado neste trabalho como “Empresa B”. Trata-se de uma indústria pertencente ao setor metalúrgico cuja unidade fabril em análise se localiza na região noroeste do estado de São Paulo.

4.2.1 – Empresa A

4.2.1.1 – Caracterização do caso

A Empresa A está localizada na região do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, e atua no setor eletro-eletrônico. A empresa tem feito uso da metodologia Seis Sigma desde o ano 2001 quando o primeiro treinamento foi ministrado a alguns “elementos-chave” da organização.

A empresa possui, atualmente, cerca de 1300 funcionários, dos quais 49 (3,77%) são treinados na metodologia Seis Sigma.

Nesta empresa, existe um departamento dedicado exclusivamente para tratar de Seis Sigma.

Tal departamento é composto de:

- 1 *Master Black Belt*;
- 1 *Black Belt*;
- 1 *Green Belt*.

As atividades principais deste departamento são:

- Seleção de projetos Seis Sigma;
- Gestão de projetos Seis Sigma;
- Treinamento sobre Seis Sigma;

As entrevistas foram aplicadas a três pessoas, conforme apresentado abaixo:

- Um “fornecedor” da metodologia: **Engenheiro de Seis Sigma (Dep.: Seis Sigma)**.
- Um “executante” da metodologia: **Black Belt (Dep.: Qualidade)**.
- Um “cliente” da metodologia: **Gerente de Produção (Dep.: Operações Industriais)**.

As entrevistas foram realizadas entre os dias 19/08/2005 e 22/08/2005.

4.2.1.2 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma

De acordo com as informações coletadas nas atividades de pesquisa de campo, realizadas na Empresa A, foi possível identificar as seguintes etapas que compõem o processo de seleção de projetos Seis Sigma (figura 5):

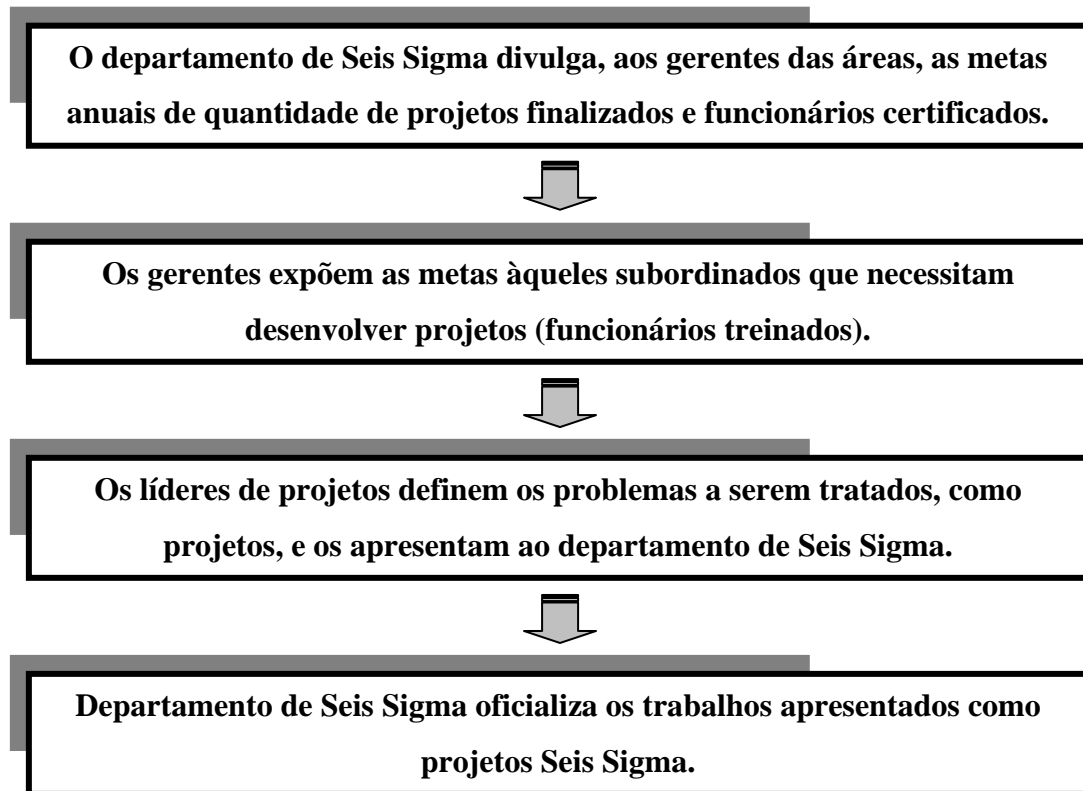


Figura 5 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa-A

Pode-se observar a inexistência de uma etapa oficial dedicada à avaliação dos projetos Seis Sigma a serem desenvolvidos. A partir da definição das metas organizacionais de quantidade de projetos Seis Sigma finalizados no ano, fica a critério do líder de projeto a seleção do problema a ser tratado através do uso da metodologia.

4.2.1.3 – Diretivas à seleção de projetos Seis Sigma

→ Foco no cliente

Quanto à primeira diretiva à seleção de projetos Seis Sigma, proposta neste trabalho, foi possível observar a existência de preocupação por parte dos envolvidos quanto à ligação dos projetos a serem selecionados, com a satisfação de clientes internos e externos. No entanto,

não existe nenhum mecanismo à garantia de que os projetos Seis Sigma selecionados, necessariamente estão alinhados com este critério em questão.

Foi possível observar que nem sempre a satisfação do cliente é a razão principal de um projeto Seis Sigma a ser selecionado. Existem casos onde a aplicação da metodologia se deu em problemas cuja solução não apresentou resultados significativos aos clientes internos ou externos.

“Aproximadamente 70% dos projetos têm como objetivo final a satisfação do cliente, seja ele interno ou externo. Uma outra parcela de projetos não apresenta nenhuma ligação com as necessidades dos clientes.”

Gerente de Produção - Empresa A.

As informações quanto às necessidades dos clientes internos e externos, se encontram claramente identificadas e facilmente disponíveis em bancos de dados e outras ferramentas computacionais, dentro da organização. No entanto, o uso de tais informações, como premissa à seleção de projetos Seis Sigma, não é feito de forma sistemática.

“Para a seleção dos projetos Seis Sigma, por mim desenvolvidos, foi utilizado como principal critério a probabilidade de sucesso. Deste modo, as informações quanto às necessidades mais urgentes dos clientes, muitas vezes, passaram despercebidas.”

Black Belt - Empresa A.

Fica a critério do líder do projeto o envolvimento da figura do cliente no processo de seleção de projetos Seis Sigma. Muitas vezes o departamento de suporte ao cliente é consultado, por exemplo, à obtenção de dados de desempenho do produto ou os gerentes das áreas são questionados quanto às suas principais necessidades. No entanto não se trata de um procedimento regular realizado por todos ou mesmo oficializado pelo departamento responsável pelo programa na organização.

“Até existe, internamente, o envolvimento do cliente à seleção de alguns projetos Seis Sigma. No entanto isto ainda é feito de forma bastante tímida. Não tem acontecido de forma estruturada, rodando como processo.”

Gerente de Produção - Empresa A.

Tem-se disponibilizado na organização algumas ferramentas para a coleta de informações referentes às necessidades dos clientes, como por exemplo, o *Voice of Customer* (VOC). No entanto o uso de uma ferramenta, como a indicada, não se dá de forma intensa e regular por parte dos líderes de projetos.

“O VOC é uma importante ferramenta para a coleta de informações dos clientes à seleção de projetos Seis Sigma. Seu uso está sendo iniciado agora para os projetos ligados às áreas administrativas. Até hoje tal ferramenta não foi utilizada de forma regular pelos envolvidos com o Seis Sigma.”

Engenheiro Seis Sigma - Empresa A.

Sendo assim, de acordo com o apresentado pode-se observar que a diretiva em questão à seleção de projetos Seis Sigma tem sido utilizada por parte dos usuários da metodologia. Não existe uma estrutura para o monitoramento e garantia de que os resultados potenciais dos trabalhos vão de encontro às necessidades mais urgentes dos clientes internos ou externos.

→ Ligação com a estratégia do negócio

Foi possível observar que nem sempre a ligação com a estratégia do negócio é utilizada como um dos critérios para a seleção de um projeto Seis Sigma. Existem casos onde a aplicação da metodologia se dá em problemas cuja solução não apresenta ligação significativa com os objetivos da organização.

A estratégia do negócio, na Empresa A, de acordo com o trabalho de pesquisa realizado, se encontra claramente explicitada a toda organização, envolvendo todas as unidades fabris do grupo bem como todos os níveis hierárquicos em cada planta.

“A estratégia organizacional global é multiplicada horizontalmente a todas as unidades de negócio existentes e desdobrada verticalmente, em cada uma destas unidades, até o nível operacional.”

Gerente de Produção - Empresa A.

Na etapa de seleção de projetos Seis Sigma, nem sempre se tem a preocupação em garantir que os resultados potenciais do trabalho estão alinhados à estratégia do negócio. Em vários casos, os problemas tratados não apresentaram vínculo com os objetivos da empresa.

“Quando meus projetos foram oficializados como problemas a serem tratados com a metodologia Seis Sigma, não foi questionado por nenhum departamento, a ligação dos resultados esperados com a estratégia do negócio.”

Black Belt - Empresa A.

“Se ganha pontos caso seja explicitada a ligação do trabalho com a estratégia do negócio, mas caso este vínculo não exista, muito provavelmente o projeto será aprovado para desenvolvimento, da mesma forma.”

Black Belt - Empresa A.

Não são todos os projetos que tem uma ligação explícita com algum *Key Performance Indicator* (KPI) da organização. Alguns líderes de projetos têm a iniciativa de garantir a ligação dos resultados potenciais do trabalho com tais indicadores. No entanto não se trata de um processo estruturado, controlado pelo departamento de Seis Sigma.

“Muitos projetos, pelo fato da seleção não ser bem feita, trazem pouca contribuição para os KPI's e assim mesmo são conduzidos através da metodologia Seis Sigma.”

Gerente de Produção - Empresa A.

Sendo assim, de acordo com o apresentado pode-se observar o uso da diretiva em questão à seleção de projetos Seis Sigma como um critério empírico utilizado por parte dos usuários da metodologia. Não existe uma estrutura para o monitoramento e garantia de que os resultados potenciais dos trabalhos vão de encontro à estratégia da organização.

→ Retorno financeiro

Foi possível observar que, apesar do cenário de crise financeira em que se encontra a Empresa A, nem sempre é utilizado como critério para a seleção de um projeto Seis Sigma, o ganho financeiro potencial.

A necessidade de maximização dos lucros visando a aumento da atratividade do negócio aos acionistas se encontra como uma das premissas à sobrevivência da Empresa A. Sendo assim, desde que tal cenário foi concretizado, a organização tem apresentado diretivas bastante claras com relação a tal necessidade.

“Nosso produto é um commodity, sua tecnologia já está dominada... a concorrência em nosso mercado chega a ser desleal, portanto só a qualidade não é mais suficiente... nosso principal foco é o custo do produto e isto se encontra explícito a toda organização.”

Gerente de Produção - Empresa A.

Na etapa de seleção de projetos Seis Sigma é realizada a avaliação do impacto financeiro à organização, que deve ser apresentada na ficha de inscrição do trabalho. No entanto caso algum líder de projeto queira oficializar um projeto que não apresente nenhum retorno financeiro, o departamento de Seis Sigma não fará nenhuma objeção.

“A seleção de projetos Seis Sigma sem retorno financeiro já se deu e ainda continuamos a oficializar trabalhos em tais condições.”

Engenheiro de Seis Sigma - Empresa A.

“Há diversos projetos Seis Sigma com retorno muito baixo.”

Gerente de Produção - Empresa A.

Então, observa-se que o retorno financeiro não é uma premissa à seleção de projetos Seis Sigma na Empresa A. Pode-se caracterizá-lo como um critério empírico utilizado por parte dos usuários da metodologia. Não existe uma estrutura para a garantia de que os resultados financeiros potenciais dos trabalhos vão de encontro às necessidades da organização.

→ Problemas estruturais de causas desconhecidas

Foi possível observar que, apesar dos conceitos de causas comuns e causas especiais serem fortemente multiplicados aos envolvidos com a metodologia, tem-se projetos desenvolvidos a partir de *outbreaks*, isto é, projetos Seis Sigma orientados à solução de problemas devido a causas especiais.

Em todos os treinamentos sobre Seis Sigma realizados na Empresa A, um dos primeiros conceitos apresentados é a diferença entre problemas estruturais (devido a causas comuns) e *outbreaks* (devido a causas especiais).

“Realizei cerca de 5 treinamentos sobre a metodologia Seis Sigma e participei de diversos fóruns onde sempre era frisada a diferença conceitual entre causas comuns e causas especiais.”

Black Belt - Empresa A.

No processo de seleção de projetos Seis Sigma não há um crivo formal à verificação da possibilidade do problema a ser tratado ter sua origem em uma causa especial.

“Não há justificativa para o uso do Seis Sigma em outbreaks... no entanto ainda hoje se tem despreendimento de recursos, tempo e energia na aplicação da metodologia em problemas de causas especiais.”

Engenheiro de Seis Sigma - Empresa A.

“Certa vez estávamos vivenciando uma crise onde o nível de um determinado refugo subira repentinamente de 50 PPM para 5000 PPM, a ordem do gerente industrial foi: - Vamos chamar o Master Black Belt para abrir um projeto Seis Sigma urgentemente!”

Black Belt - Empresa A.

O mesmo cenário pode ser observado quanto à necessidade de se tratar problemas estruturais de causas desconhecidas. Não existe um mecanismo formal que proporcione a garantia de que o problema a ser tratado se encontra em um estágio de desconhecimento quanto à sua origem. Sendo assim, foi possível observar que frequentemente são selecionados projetos Seis Sigma cuja causa é parcialmente conhecida.

“Meu primeiro projeto Seis Sigma consistiu na oficialização de um trabalho onde as causas do problema eram conhecidas e as ações já haviam sido parcialmente tomadas.”

Black Belt - Empresa A.

Então, observa-se que o cuidado em se escolher um problema estrutural de causa desconhecida, a ser tratado como um projeto Seis Sigma, não se dá de forma regular por todos os envolvidos com a metodologia, na Empresa A.

→ **Proporcionalidade com os recursos disponíveis**

Neste trabalho de pesquisa foi possível observar que muitos projetos Seis Sigma são selecionados, na Empresa A, sem o cuidado com a garantia de que os recursos disponíveis para tratar o problema são suficientes, isto é, se existe uma relação de proporcionalidade entre a dimensão do problema e as ferramentas disponíveis para resolvê-lo.

Não é realizada uma análise formal quanto aos recursos necessários a se tratar um problema, no processo de seleção de projetos Seis Sigma, na Empresa A.

“Fica a cargo do belt a definição do time a tratar do problema selecionado como projeto Seis Sigma... nós os gestores não verificamos se a equipe foi bem escolhida.”

Gerente de Produção - Empresa A.

A avaliação quanto à quantidade de áreas envolvidas em um projeto Seis Sigma é realizada por parte dos líderes de projetos e por iniciativas próprias. Não faz parte do processo de seleção de projetos Seis Sigma a avaliação da quantidade de áreas envolvidas, bem como a relação entre este cenário e a disponibilidade dos recursos necessários para a solução do problema.

“Vários belts se preocupam em definir de forma clara todas as áreas envolvidas no problema a ser tratado, no entanto a execução deste processo de forma estruturada ainda deixa a desejar.”

Gerente de Produção - Empresa A.

Quanto à avaliação das ferramentas a serem utilizadas para se tratar um problema com a metodologia Seis Sigma, foi possível observar um cuidado por parte dos líderes de projetos. No entanto, observa-se também que muitas vezes tem-se a seleção de projetos que possuem ligação com necessidades dos clientes, estratégia do negócio, retorno financeiro, mas o escopo é de dimensão desproporcional aos recursos e ferramentas disponíveis na organização.

“No desenvolvimento do meu terceiro projeto, três meses após o início dos trabalhos, percebemos que necessitaríamos de mais recursos do que havíamos previamente definidos.”

Black Belt - Empresa A.

Então, observa-se que a proporcionalidade entre o problema a ser tratado e os recursos disponíveis para resolvê-lo não é um critério para a seleção de projetos Seis Sigma utilizado de forma regular por todos os envolvidos com a metodologia, na Empresa A.

→ Potencial de término em curto período de tempo

No que diz respeito à diretiva em questão, o trabalho de pesquisa mostrou que é realizada a sinalização, por parte do departamento de Seis Sigma, quanto à importância do término do projeto em um período inferior a seis meses. No entanto não existe uma avaliação regular de tal critério no processo de seleção de projetos Seis Sigma, na Empresa A.

Diante do problema a ser tratado através do uso da metodologia Seis Sigma, não se faz de forma oficial e regular a avaliação do tempo necessário para desenvolvimento e conclusão do trabalho.

“Hoje ainda não existe uma figura clara quanto à avaliação do tempo necessário para a solução do problema a ser tratado com a metodologia Seis Sigma.”

Gerente de Produção - Empresa A.

A avaliação da possibilidade de desenvolvimento e conclusão do projeto Seis Sigma em um período inferior a seis meses, não é realizada de forma regular por parte dos envolvidos com a metodologia, na Empresa A.

“Temos uma meta de término dos projetos Seis Sigma em, no máximo, três meses... no entanto não fazemos uma avaliação, no momento da seleção dos projetos, da possibilidade de serem encerrados dentro deste tempo.”

Engenheiro de Seis Sigma - Empresa A.

Então, observa-se que o potencial de término dos trabalhos em um período de tempo de seis meses não é um critério para a seleção de projetos Seis Sigma, quanto ao problema a ser tratado, utilizado de forma regular por todos os envolvidos com a metodologia na Empresa A.

→ Problemas mensuráveis

Através da atividade de pesquisa realizada na Empresa A foi possível observar que na grande maioria dos casos os problemas tratados são direcionados a variáveis mensuráveis. No entanto assim como nas demais diretivas à seleção de projetos Seis Sigma, nesta empresa, não existe um controle oficial para garantir que este critério será aplicado a todos os trabalhos a serem desenvolvidos.

Tem-se o mapeamento das variáveis de saída mensuráveis e que necessitam de melhorias. Esta figura se encontra explicitada, de forma clara, no último nível da ferramenta *Balanced Business Scorecard* (BBS), largamente utilizada na Empresa A.

“Apesar da grande maioria dos projetos estarem ligados a variáveis mensuráveis, não existe um crivo formal utilizado no processo de seleção de projetos Seis Sigma quanto à mensurabilidade dos problemas a serem tratados.”

Black Belt - Empresa A.

O cuidado em se selecionar problemas mensuráveis para serem abordados como projetos Seis Sigma é feito de forma empírica pelos envolvidos com a metodologia, deste modo pode-se concluir que não se trata de um critério oficial utilizado de forma regular na Empresa A.

4.2.1.4 – Resultados obtidos com o Seis Sigma na Empresa A

O objetivo desta etapa do trabalho é a apresentação dos resultados e benefícios obtidos com o uso do Seis Sigma, na Empresa A, disponibilizados pelos entrevistados.

Utilizou-se como referência aos resultados obtidos com o Seis Sigma, a quantidade relativa de projetos concluídos no ano de 2004, em comparação com a meta estabelecida pela organização. Têm-se os dados apresentados a seguir:

Projetos	Quantidade	Percentual
Iniciados	37	100%
Encerrados	18	48,6%

Tabela 1 – Quantidade de *belts* treinados na Empresa A

*Meta estabelecida em 2004: conclusão dos 37 projetos iniciados neste mesmo ano.

Não foi possível a obtenção de dados referentes aos ganhos financeiros proporcionados pelos projetos Seis Sigma, no entanto, foi externado claramente pelos entrevistados, a existência de uma diferença considerável entre os benefícios esperados contra os benefícios adquiridos.

“Não estou satisfeito com os ganhos do Seis Sigma, mas acredito que exista um potencial de melhora para os próximos anos...”

Gerente de Produção - Empresa A.

Desta forma, pode-se observar que os resultados obtidos com a metodologia Seis Sigma, na Empresa A, até o momento, estão aquém das expectativas. A quantidade de projetos a serem desenvolvidos se encontra abaixo da meta e os ganhos financeiros não atingiram o valor esperado diante dos investimentos realizados.

4.2.1.6 – Conclusões parciais

O objetivo desta etapa do trabalho foi a obtenção de dados, principalmente qualitativos, para a avaliação do processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa A, tendo como referência o que a literatura aponta quanto a este assunto. Para isto, fez-se uso das seguintes ferramentas para coleta de dados: entrevistas, análise documental e observações diretas. O quadro a seguir apresenta um resumo das informações coletadas, bem como uma avaliação da convergência entre tais informações e o que se tem apresentado pelos autores na literatura, para cada uma das diretivas propostas.

Diretivas	Convergência literatura X prática	Observações
Foco no cliente	Média	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os trabalhos devem estar associados à satisfação do cliente. A maioria dos projetos utiliza este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Ligação com a estratégia do negócio	Fraca	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os trabalhos devem estar associados à estratégia do negócio. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Retorno financeiro	Fraca	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os trabalhos devem proporcionar retorno financeiro à organização. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Problemas estruturais de causas desconhecidas	Fraca	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os problemas a serem tratados são estruturais e de causas desconhecidas. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Proporcionalidade com os recursos disponíveis	Fraca	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que a complexidade dos problemas a serem tratados deve ser proporcional aos recursos disponíveis para resolvê-los. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Potencial de término em curto período de tempo	Fraca	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os problemas a serem tratados devem ter potencial de término em seis meses. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Problemas mensuráveis	Média	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os problemas a serem tratados devem ser mensuráveis. A maioria dos projetos utiliza este critério, (por iniciativa dos <i>belts</i>).

Quadro 4 – Análise do processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa A

Através das informações apresentadas na tabela-1, pode-se observar uma considerável divergência entre o processo de seleção de projetos Seis Sigma praticado na Empresa A e o que se tem apresentado na literatura, dentro deste tema.

Tal fragilidade no processo de seleção de projetos Seis Sigma, na Empresa A, possui como causa mais provável, de acordo com os dados obtidos no trabalho de pesquisa realizado, a forte pressão por desenvolvimento de projetos e o baixo índice de trabalhos oficialmente abertos.

Este cenário favorece a não utilização de crivos para a seleção de trabalhos a serem tratados como projetos Seis Sigma, visando a maximização da quantidade de projetos iniciados.

“Tem-se uma forte pressão à realização do registro de projetos Seis Sigma, pois existem fortes diretivas organizacionais à conclusão de determinada quantidade de projetos no ano.”

Black Belt - Empresa A.

“Desde o início do ano, a quantidade de projetos Seis Sigma iniciados oficialmente, foi pequena, portanto praticamente todas as propostas apresentadas atualmente pelos belts são oficializadas como projetos.”

Engenheiro Seis Sigma - Empresa A.

Foram avaliados, também, os resultados obtidos na Empresa A com o uso do Seis Sigma, onde foi possível observar a existência de uma considerável diferença entre estes e os resultados esperados, uma vez que a quantidade de projetos desenvolvidos, bem como os ganhos financeiros obtidos com o uso da metodologia estão aquém da expectativa.

4.2.2 – Empresa B

4.2.2.1 – Caracterização do caso

A Empresa B está localizada no estado de São Paulo, e atua no setor metal-mecânico. A empresa tem feito uso da metodologia Seis Sigma desde o ano 2001 quando o primeiro treinamento foi ministrado a alguns “elementos-chave” da organização.

A empresa possui, atualmente, cerca de 1700 funcionários, dos quais 123 (7,24%) são treinados na metodologia Seis Sigma – *Green Belt*.

Existe um departamento dedicado, não exclusivamente, ao Seis Sigma, na Empresa B, composto por um *Black Belt*.

As atividades principais deste departamento são:

- Seleção de projetos Seis Sigma;
- Gestão de projetos Seis Sigma;

Os treinamentos, normalmente, são ministrados por instituições externas.

As entrevistas foram aplicadas a duas pessoas, conforme apresentado abaixo:

- Um “fornecedor” e “cliente” da metodologia: **Coordenador de Seis Sigma (Dep.: Seis Sigma)**.
- Um “executante” da metodologia: **Black Belt (Dep.: Planejamento)**.

As entrevistas foram realizadas entre os dias 01/09/2005 e 03/09/2005.

A razão para se definir o coordenador de Seis Sigma como “fornecedor” da metodologia foi o fato da maioria dos treinamentos serem ministrados por ele. Como trata-se, na Empresa-B, do maior interessado nos benefícios potenciais da metodologia, ele foi definido, também, como “cliente” da metodologia.

4.2.2.2 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma

De acordo com as informações coletadas nas atividades de pesquisa de campo, realizadas na Empresa B, foi possível identificar a existência de duas alternativas no processo de seleção de projetos Seis Sigma, a saber:

- Alternativa 1: Partindo das metas e objetivos da empresa até chegar ao projeto.
- Alternativa 2: Partindo de uma análise criteriosa das características dos projetos propostos.

Para a alternativa 1, tem-se as seguintes etapas, apresentadas na figura 6:

Pode-se observar a existência de uma etapa oficial dedicada à avaliação dos projetos Seis Sigma a serem desenvolvidos. A partir da definição das metas organizacionais, faz-se o desdobramento “*top-down*” até o nível do problema a ser tratado como projeto Seis Sigma.

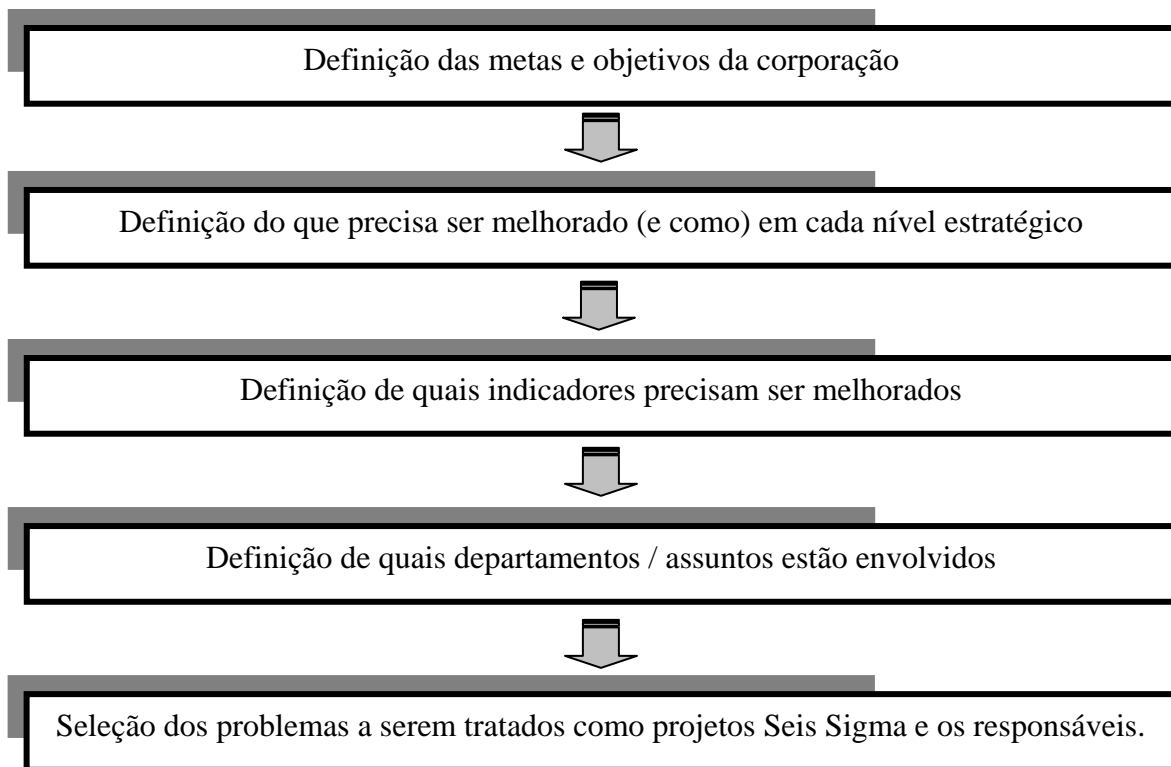


Figura 6 – Processo-1 de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa-B

Para a frente (2), tem-se as seguintes etapas, apresentadas na figura 7, a seguir:

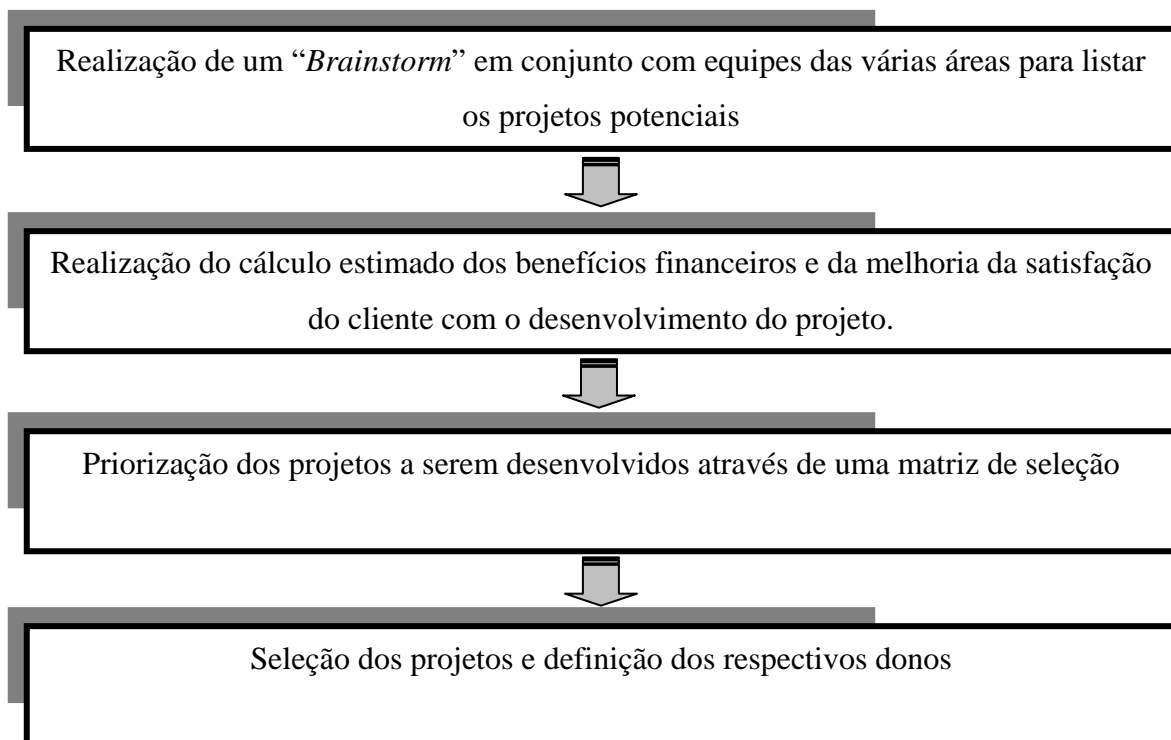


Figura 7 – Processo-2 de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa-B

Da mesma forma, pode-se observar a existência de um processo oficial dedicado à avaliação dos projetos a serem desenvolvidos. A partir de informações coletadas dos funcionários faz-se a seleção de problemas a serem tratados como projetos Seis Sigma.

Para esta etapa, tem-se a utilização de um protocolo a ser preenchido pelo proponente, apresentando informações referentes ao problema a ser tratado, bem como os resultados potenciais do projeto. Tal protocolo é intitulado: “Proposta de Projeto”(PP) e aborda os seguintes itens apresentados na figura 8:

FORMULÁRIO DE PROPOSTA DE PROJETO
1. Quem é o cliente do projeto?
2. Qual é a parâmetro mais crítico considerado pelo cliente (CTQ de alto nível)?
3. Declaração do problema a ser tratado.
4. Declaração do objetivo do projeto.
5. Declaração do motivo do projeto.
6. Declaração do CTQ específico do projeto.
7. Definição de “defeito” no processo a ser trabalhado.
8. Definição de oportunidade do processo a ser trabalhado.
9. Definição detalhada do escopo do projeto.
10. Definição detalhada dos limites do processo.
11. Apontamento dos “constrangimentos potenciais” causados pelo projeto.
12. Apresentação dos resultados esperados com o desenvolvimento do projeto (financeiro e qualidade).
13. Definição detalhada dos papéis e responsabilidades no desenvolvimento do projeto (envolvendo todos os elementos, como, <i>Champion</i> , <i>Green Belt</i> , etc.).
14. Definição detalhada do cronograma de trabalho (envolvendo cada uma das fases do DMAIC).

Figura 8 – Estrutura do formulário de proposta de projeto na Empresa-B

4.2.2.3 – Diretivas à seleção de projetos Seis Sigma

→ Foco no cliente

No que diz respeito à primeira diretiva à seleção de projetos Seis Sigma, proposta neste trabalho, foi possível observar uma menção de tal critério no formulário PP, quando no item 1 faz-se a questionamento quanto ao cliente do projeto. Pode-se observar a existência de uma ferramenta dedicada à busca da ligação dos projetos Seis Sigma a serem selecionados com a satisfação do cliente.

Foi possível observar que a satisfação do cliente é a razão principal de um projeto Seis Sigma a ser selecionado. Os relatos apontam a existência de forte preocupação com que os projetos selecionados proporcionem resultados que satisfaçam as necessidades dos clientes .

“Os clientes, tanto internos como externos, são a principal razão do desenvolvimento de projetos Seis Sigma, tanto é que ao término do trabalho faz-se a aplicação de um questionário para a coleta de informações referentes à satisfação dos clientes.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Observou-se também que as informações quanto às necessidades dos clientes internos e externos, não se encontram claramente identificadas e disponíveis dentro da organização. Faz-se uso de informações quanto à existência de problemas, mas na grande maioria das vezes não se tem detalhes suficientes sobre os mesmos.

“Muitas vezes o cliente reclama: “-Tá demorando muito!!”... muito quanto? Sabemos que o problema existe mas na maioria das vezes não temos muita informação sobre ele .”

Black Belt - Empresa B.

O envolvimento da figura do cliente no processo de seleção de projetos Seis Sigma é algo mandatário conforme apresentado no formulário PP. Muitas vezes o cliente é envolvido como membro integrante do time de projeto, fazendo parte, principalmente das fases de planejamento e execução das ações de melhoria.

“Quase em todos os projetos Seis Sigma desenvolvidos tem-se o envolvimento do cliente como membro do time do projeto Seis Sigma.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Tem-se disponibilizado na organização algumas ferramentas para a coleta de informações referentes às necessidades dos clientes, como por exemplo, o *Voice of Customer* (VOC). No entanto o uso de uma ferramenta, como a indicada, não se dá de forma regular por parte dos líderes de projetos.

“Até existe o conhecimento por parte dos usuários da metodologia Seis Sigma, no entanto poucos fazem uso de ferramentas estruturais para saber em detalhes as necessidades dos clientes.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Sendo assim, de acordo com os relatos apresentados pode-se observar que a diretiva em questão à seleção de projetos Seis Sigma tem sido utilizada, com algumas limitações, pelos usuários da metodologia e tal prática é fortalecida pela existência da menção de tal critério no formulário PP.

→ Ligação com a estratégia do negócio

Foi possível observar que nem sempre a ligação com a estratégia do negócio é utilizada como um dos critérios para a seleção de um projeto Seis Sigma. Existem casos onde a aplicação da metodologia se dá em problemas cuja solução não apresenta ligação significativa com os objetivos da organização.

A estratégia do negócio, na Empresa B, de acordo com os relatos coletados, se encontra claramente explicitada a toda organização.

“A estratégia organizacional é multiplicada através dos gerentes das várias linhas de negócios, garantindo assim a apresentação de tais objetivos a todos os funcionários da empresa.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Na etapa de seleção de projetos Seis Sigma, nem sempre se tem a preocupação em garantir que os resultados potenciais do trabalho estejam alinhados à estratégia do negócio. Em vários casos, os problemas tratados não apresentaram vínculo com os objetivos da empresa. Apesar de constar no mapa de processo apresentado na figura 6, etapas para relacionar os problemas, a serem tratados com a metodologia, à estratégia do negócio.

“Existe a possibilidade de desenvolvermos projetos sem ligação com a estratégia do negócio... isto acontece com frequência nos projetos Seis Sigma dos setores administrativos (não produtivos).”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Não são todos os projetos que tem uma ligação explícita com algum *Key Performance Indicator* (KPI) da organização. Alguns líderes de projetos têm a iniciativa de garantir a ligação dos resultados potenciais do trabalho com tais indicadores. No entanto não se trata de um processo estruturado, controlado pelo departamento de Seis Sigma.

“Este ano foi desenvolvido um projeto Seis Sigma para redução da quantidade de cópias xérox... tal trabalho não tem ligação nenhuma com qualquer indicador estratégico da organização.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Sendo assim, de acordo com o apresentado pode-se observar que o uso da diretiva em questão à seleção de projetos Seis Sigma é feito por parte dos usuários da metodologia. Não existe uma estrutura robusta para o monitoramento e garantia de que os resultados potenciais dos trabalhos vão de encontro à estratégia da organização.

→ Retorno financeiro

Foi possível observar que, o ganho financeiro potencial do trabalho a ser realizado é utilizado como critério para a seleção de um projeto Seis Sigma. Tem-se tal ponto explicitado no item 12 do formulário PP: “Apresentação dos resultados esperados com o desenvolvimento do projeto (financeiro e qualidade).”

A necessidade de maximização dos lucros visando o aumento da atratividade do negócio aos acionistas se encontra como uma das premissas mais importantes na Empresa B.

“Nossa organização é uma empresa de capital aberto, portanto tem como um de seus principais focos a obtenção de retorno financeiro atrativo aos investidores.”

Black Belt - Empresa B.

Na etapa de seleção de projetos Seis Sigma é realizada a avaliação do impacto financeiro à organização, que deve ser claramente apresentada no formulário PP. Não existiram relatos de líderes de projetos oficializando projetos que não apresentaram nenhum retorno financeiro.

“Todos os projetos Seis Sigma desenvolvidos tem saving... não consideramos este critério como o principal, mas sempre temos observado esta preocupação pelas pessoas que desenvolvem projetos.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Então, pode-se constatar que o retorno financeiro é uma premissa à seleção de projetos Seis Sigma na Empresa B. Pode-se caracterizá-lo como um critério utilizado pelos usuários da metodologia reforçado pela existência de uma ferramenta que orienta o uso de tal critério.

→ Problemas estruturais de causas desconhecidas

Foi possível observar que, apesar dos conceitos de causas comuns e causas especiais serem fortemente divulgados aos envolvidos com a metodologia, tem-se projetos desenvolvidos a partir de *outbreaks*, isto é, projetos Seis Sigma orientados à solução de problemas devido a causas especiais.

Em todos os treinamentos sobre Seis Sigma realizados na Empresa B, um dos primeiros conceitos apresentados é a diferença entre problemas estruturais (devido a causas comuns) e *outbreaks* (devido a causas especiais).

“Nos treinamentos ministrados tanto internamente como por instituições externas faz-se a explicação clara dos conceitos de causas especiais e causas comuns.”

Black Belt - Empresa B.

Apesar de o formulário PP apresentar no item 3 a necessidade de descrição do problema a ser tratado como projeto Seis Sigma, no processo de seleção de projetos não há um crivo formal à verificação da possibilidade do problema a ser tratado ter sua origem em uma causa especial.

“Hoje ainda existe abertura para a execução de projetos cujas causas principais são parâmetros conhecidos que se encontram momentaneamente fora de controle...”

Black Belt - Empresa B.

“Nem todos os trabalhos nascem desta forma...” (Quando questionado se todos os problemas, tratados como projetos Seis Sigma, eram estruturais.)

Black Belt - Empresa B.

O mesmo cenário pode ser observado quanto à necessidade de se tratar problemas estruturais de causas desconhecidas. Não existe um mecanismo formal que proporcione a garantia de que o problema a ser tratado se encontra em um estágio de desconhecimento quanto à sua origem. Sendo assim, foi possível observar que frequentemente são selecionados projetos Seis Sigma cuja causa é parcialmente conhecida.

“Existem projetos Seis Sigma que são oficializados a partir da ocorrência de uma “sacada” por parte de algum funcionário... a ação não foi decorrente de um trabalho de análise.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Então, observa-se que o cuidado em se escolher um problema estrutural de causa desconhecida, a ser tratado como um projeto Seis Sigma, não se dá de forma regular por todos os envolvidos com a metodologia, na Empresa B.

→ Proporcionalidade com os recursos disponíveis

Neste trabalho de pesquisa foi possível observar que muitos projetos Seis Sigma são selecionados, na Empresa B, sem o cuidado com a garantia de que os recursos disponíveis para tratar o problema são suficientes, isto é, se existe uma relação de proporcionalidade entre a dimensão do problema e as ferramentas disponíveis para resolvê-lo.

Apesar de existir uma menção quanto ao referido critério (item 13 do formulário PP), que é: “Definição detalhada dos papéis e responsabilidades no desenvolvimento do projeto (envolvendo todos os elementos, como, *Champion, Green Belt*, etc.)”, os relatos apontaram que, na prática, não existe uma análise formal realizada pelos usuários da metodologia quanto à proporcionalidade entre os recursos disponíveis e o problema a ser tratado, no processo de seleção de projetos Seis Sigma, na Empresa B.

“Não acredito que exista a necessidade de se ter uma ligação entre os recursos disponíveis para se desenvolver um projeto Seis Sigma e o tamanho do problema a ser tratado.”

Black Belt - Empresa B.

“Procuramos selecionar projetos dentro da nossa capacidade... isto é feito pelo “feeling” do belt.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

A avaliação quanto à quantidade de áreas envolvidas em um projeto Seis Sigma é realizada por parte dos líderes de projetos e por iniciativas próprias. Não faz parte do processo de seleção de projetos Seis Sigma a avaliação da quantidade de áreas envolvidas, bem como a relação entre este cenário e a disponibilidade dos recursos necessários para a solução do problema.

“Normalmente não se faz uma análise da quantidade de áreas envolvidas no problema a ser tratado como projeto Seis Sigma, mesmo porque na maioria das vezes têm-se no máximo duas áreas envolvidas.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

“Este processo de avaliação dos recursos não se dá de forma muito robusta....”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Quanto à avaliação das ferramentas a serem utilizadas para se tratar um problema com a metodologia Seis Sigma, foi possível observar um cuidado por parte dos líderes de projetos. No entanto, observa-se também que muitas vezes tem-se a seleção de projetos cujo escopo é de dimensão desproporcional aos recursos e ferramentas disponíveis na organização.

“Existem projetos Seis Sigma desenvolvidos internamente cujo escopo era muito maior do que os recursos disponibilizados para aquele trabalho .”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Então, observa-se que a proporcionalidade entre o problema a ser tratado e os recursos disponíveis para resolvê-lo não é um critério para a seleção de projetos Seis Sigma utilizado de forma regular por todos os envolvidos com a metodologia, na Empresa B.

→ Potencial de término em curto período de tempo

No que diz respeito à diretiva em questão, o trabalho de pesquisa mostrou que existe a preocupação com a sinalização do tempo necessário ao desenvolvimento do projeto. Isto fica claro na apresentação do item 15 do formulário PP: “Definição detalhada do cronograma de trabalho (envolvendo cada uma das fases do DMAIC)”. No entanto relatos apresentaram que nem sempre os projetos selecionados passam pelo crivo da possibilidade de fechamento em um curto período de tempo.

“No momento da oficialização do início do trabalho não se tem uma forte preocupação com o tempo que será gasto para desenvolver o projeto.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

A avaliação da possibilidade de desenvolvimento e conclusão do projeto Seis Sigma em um período inferior a seis meses, não é realizada de forma regular por parte dos envolvidos com a metodologia, na Empresa A.

“Normalmente nossos projetos Seis Sigma tem um tempo médio de finalização estimado no início do trabalho, de oito meses... considerado por nós um bom tempo.”

Black Belt - Empresa B.

Então, observa-se que o potencial de término dos trabalhos em um período de tempo de seis meses não é um critério para a seleção de projetos Seis Sigma, quanto ao problema a ser tratado, utilizado de forma regular por todos os envolvidos com a metodologia na Empresa B.

→ Problemas mensuráveis

Através da atividade de pesquisa realizada na Empresa B foi possível observar que na grande maioria dos casos os problemas tratados são direcionados a variáveis mensuráveis. Tem-se nos itens 2,6 e 7 do formulário PP, menções à necessidade de se tratar como projeto Seis Sigma, variáveis mensuráveis.

Os relatos obtidos através das entrevistas mostraram que na prática tem-se utilizado tal critério para a seleção de projetos

Tem-se o mapeamento das variáveis de saída mensuráveis e que necessitam de melhorias.

“Os principais indicadores de performance são claramente apresentados a toda organização...”

Black Belt - Empresa B.

“Todos os problemas selecionados a serem tratados como projetos Seis Sigma partiram de indicadores conhecidos... algumas vezes não se tinha a figura exata do retorno financeiro a ser obtido, mas algum “Y” se tinha bem claro...”

Coordenador Seis Sigma - Empresa B.

O cuidado em se selecionar problemas mensuráveis para serem abordados como projetos Seis Sigma é feito de forma regular pelos envolvidos com a metodologia, deste modo pode-se classificar tal critério como um crivo oficial utilizado de forma regular na Empresa B.

4.2.2.4 – Resultados obtidos com o Seis Sigma na Empresa B

O objetivo desta etapa do trabalho é a apresentação dos resultados obtidos com o uso do Seis Sigma, disponibilizados pelos entrevistados.

Utilizou-se como referência aos resultados obtidos com o Seis Sigma, a quantidade relativa de projetos concluídos no ano de 2004, em comparação com a meta estabelecida pela organização.

Têm-se os dados apresentados a seguir:

Projetos	Quantidade	Percentual
Iniciados	22	100%
Encerrados	13	59,09%

Tabela 2 – Quantidade de *belts* treinados na Empresa B

*Meta estabelecida em 2004: conclusão de 22 projetos iniciados neste ano.

Não foi possível a obtenção de dados referentes aos ganhos financeiros proporcionados pelos projetos Seis Sigma, no entanto, foi externado claramente pelos entrevistados, a existência de uma diferença considerável entre os benefícios esperados contra os benefícios adquiridos com os projetos desenvolvidos.

“Sabemos que temos muito a melhorar e que os resultados obtidos até o momento não são satisfatórios...”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Desta forma, pode-se observar que os resultados obtidos com a metodologia Seis Sigma, na Empresa B, até o momento, estão aquém das expectativas. A quantidade de projetos a serem desenvolvidos se encontra abaixo da meta e os ganhos financeiros não atingiram o valor esperado diante dos investimentos realizados.

4.2.2.5 – Conclusões parciais

O objetivo desta etapa do trabalho foi a obtenção de dados, principalmente qualitativos, para a avaliação do processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa B. Para isto, fez-se uso das seguintes ferramentas para coleta de dados: entrevistas, análise documental e observações diretas. O quadro a seguir apresenta um resumo das informações coletadas, bem como uma avaliação da convergência entre tais informações e o que se tem apresentado pelos autores na literatura, para cada uma das diretivas propostas.

Para a classificação das práticas foram utilizados os critérios apresentados no item 5.1.5. Tem-se no quadro 5 os resultados obtidos.

Diretivas	Convergência literatura X prática	Observações
Foco no cliente	Forte	O processo de seleção de projetos Seis Sigma sinaliza que os trabalhos devem estar associados à satisfação do cliente. A maioria dos projetos utiliza este critério.
Ligação com a estratégia do negócio	Média	O processo de seleção de projetos Seis Sigma sinaliza oficialmente que os trabalhos devem estar associados à estratégia do negócio. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Retorno financeiro	Forte	O processo de seleção de projetos Seis Sigma sinaliza que os trabalhos devem proporcionar retorno financeiro à organização. A maioria dos projetos utiliza este critério.
Problemas estruturais de causas desconhecidas	Fraca	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os problemas a serem tratados devem ser estruturais e de causas desconhecidas. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Proporcionalidade com os recursos disponíveis	Média	O processo de seleção de projetos Seis Sigma referencia a complexidade dos problemas a serem tratados. Poucos usuários da metodologia utilizam este critério para seleção dos projetos (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Potencial de término em curto período de tempo	Fraca	O processo de seleção de projetos Seis Sigma não sinaliza oficialmente que os problemas a serem tratados devem ter potencial de término em seis meses. Poucos projetos utilizam este critério (por iniciativa dos <i>belts</i>).
Problemas mensuráveis	Forte	O processo de seleção de projetos Seis Sigma menciona que os problemas a serem tratados devem ser mensuráveis. A maioria dos projetos utiliza este critério.

Quadro 5 – Análise do processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa B

Através das informações apresentadas na tabela-1, pode-se observar divergências entre o processo de seleção de projetos Seis Sigma praticado na Empresa B, em comparação com o que se tem apresentado na literatura, dentro deste tema.

Tal fragilidade no processo de seleção de projetos Seis Sigma, na Empresa B, possui como principal causa, de acordo com os dados obtidos no trabalho de pesquisa realizado, o fraco envolvimento das pessoas com a metodologia e o conseqüente desconhecimento dos principais conceitos associados ao Seis Sigma.

Este cenário favorece a não utilização de crivos para a seleção de trabalhos a serem tratados como projetos Seis Sigma, visando a maximização da quantidade de projetos iniciados.

“Na minha visão ainda estamos um pouco longe do ideal, o pessoal precisa absorver um pouco mais esta metodologia, pois eles se envolvem muito no trabalho do dia a dia e não sobra muito tempo para gastar com Seis Sigma.”

Coordenador de Seis Sigma - Empresa B.

Foram avaliados, também, os resultados obtidos na Empresa B com o uso do Seis Sigma, onde foi possível observar a existência de diferença entre estes e os resultados esperados, uma vez que a quantidade de projetos desenvolvidos, bem como os ganhos financeiros obtidos com o uso da metodologia estão aquém das expectativas.

4.2.3 – Análise Intercasos

4.2.3.1 – Processo de seleção de projetos Seis Sigma

Tem-se apresentado a seguir uma análise comparativa entre os dois objetos de estudo avaliados neste trabalho de pesquisa. Como primeira etapa apresentar-se-á, na Figura 9 a seguir, uma comparação entre o processo de seleção de projetos Seis Sigma existente na Empresa-A e o processo de seleção de projetos Seis Sigma existente na Empresa-B.

Conforme apresentado, pode-se observar a inexistência de uma etapa voltada à avaliação dos problemas a serem tratados como projetos Seis Sigma, no processo de seleção na Empresa A.

Diferentemente da Empresa A, pode-se observar no processo de seleção de projetos Seis Sigma existente na Empresa B, etapas dedicadas à avaliação dos problemas a serem tratados como projetos Seis Sigma.

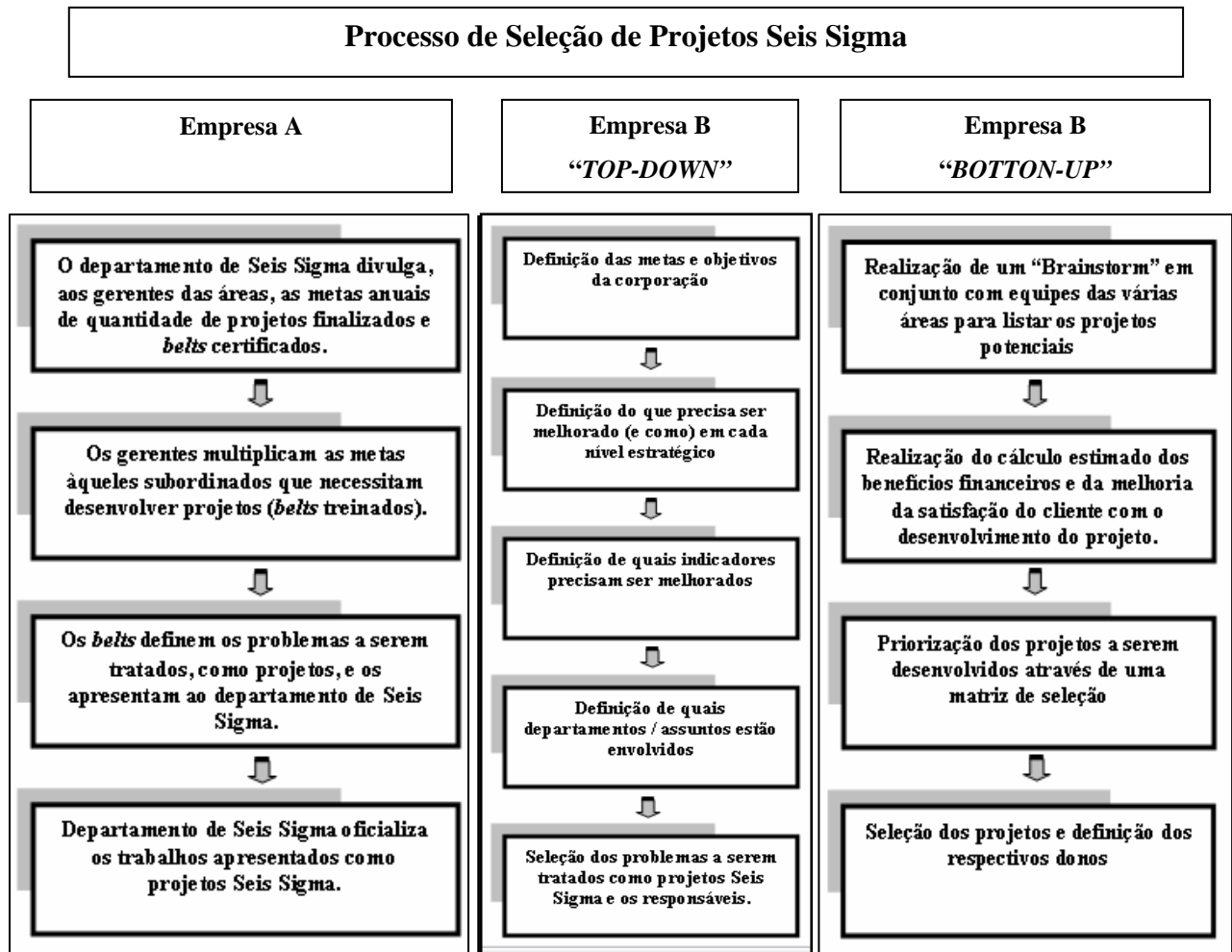


Figura 9 – Comparação entre os processos de seleção de projetos Seis Sigma

Pode-se observar, por exemplo, na quarta etapa do processo de seleção de projetos Seis Sigma na Empresa-B “*Botton-Up*”, que antes dos trabalhos serem selecionados, faz-se a definição dos departamentos envolvidos. Deste modo importando-se com as fronteiras e recursos para a escolha de problemas a serem tratados com a metodologia.

4.2.3.2 – Diretivas à seleção de projetos Seis Sigma

Tem-se apresentado a seguir, no quadro 6, uma análise comparativa da convergência entre os resultados obtidos no trabalho de pesquisa nos dois objetos de estudo contra o que a literatura apresenta dentro do tema seleção de projetos Seis Sigma.

Diretivas para seleção de projetos Seis Sigma	Convergência literatura X prática		
	EMPRESA A	EMPRESA B	COMPARAÇÃO
Foco no cliente	MÉDIA	FORTE	B > A
Ligação com a estratégia do negócio	FRACA	MÉDIA	B > A
Retorno financeiro	FRACA	FORTE	B >> A
Problemas estruturais de causas desconhecidas	FRACA	FRACA	B = A
Proporcionalidade com os recursos disponíveis	FRACA	MÉDIA	B > A
Potencial de término em curto período de tempo	FRACA	FRACA	B = A
Problemas mensuráveis	MÉDIA	FORTE	B > A

Quadro 6 – Comparação entre os resultados das análises dos dois processos

Tem-se apresentado tais informações de forma gráfica a seguir.

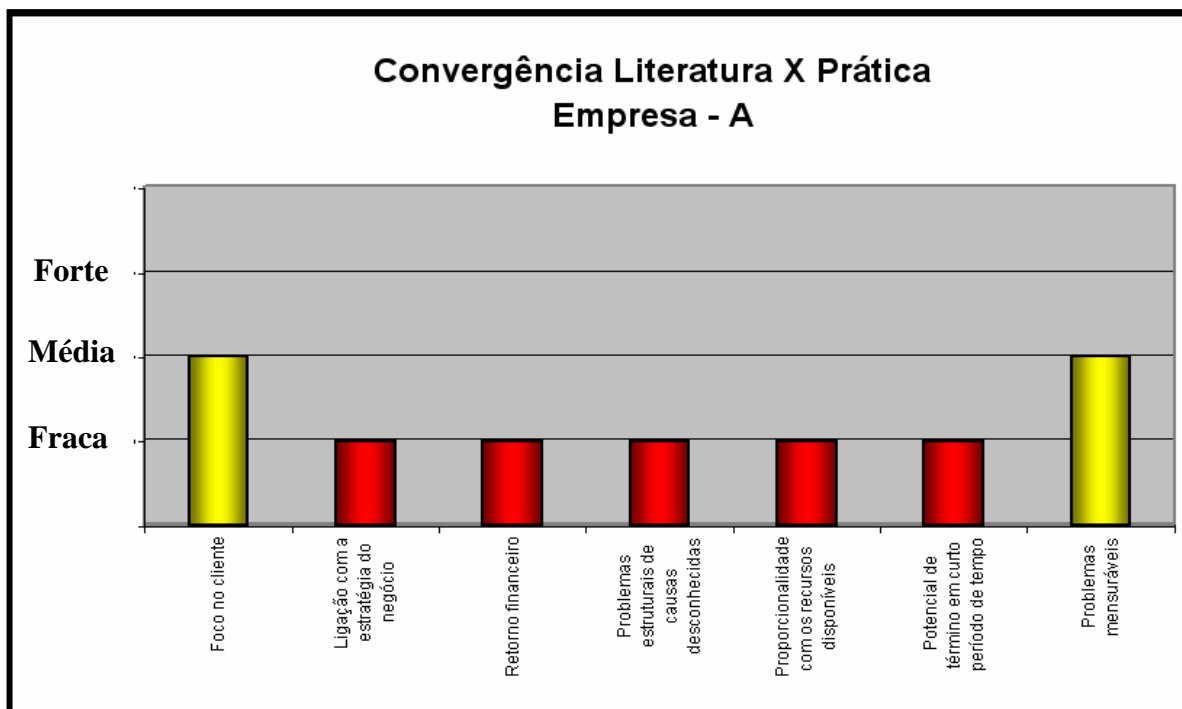


Figura 10 – Convergência literatura X prática na Empresa-A

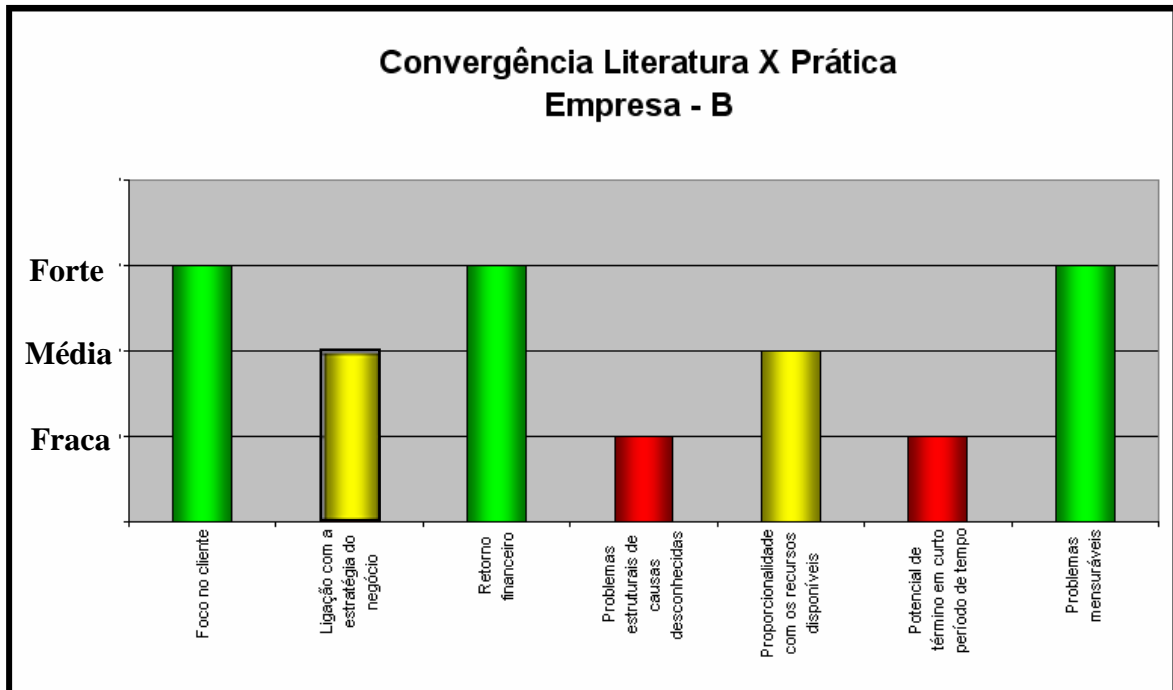


Figura 11 – Convergência literatura X prática na Empresa-B

Conforme apresentado nas figuras 11 e 12, pode-se observar que apesar de existir uma convergência maior das práticas quanto à seleção de projetos Seis Sigma na Empresa B do que na Empresa-A, os dois objetos de estudo apresentam divergências fortes em relação ao que a literatura tem apontado acerca deste tema.

→ Foco no cliente

Foi possível observar um uso mais intenso deste critério na Empresa-B, pois os relatos apontam um forte envolvimento da figura do cliente, quanto à sinalização de suas necessidades, para a seleção dos projetos Seis Sigma a serem desenvolvidos. Na Empresa-A foi observada a prática de tal critério, mas não por todos os usuários da metodologia.

Outro fator que enriquece a convergência “literatura X prática” de tal critério na Empresa-B é a existência de uma ferramenta para seleção de projetos Seis Sigma onde se tem itens referenciando o cliente do projeto a ser desenvolvido.

→ **Ligação com a estratégia do negócio**

Quanto a este critério para seleção de projetos Seis Sigma, foi observado nos dois objetos de estudo uma fraca convergência entre o que se tem praticado e o que se tem apresentado na literatura acerca do assunto.

Na Empresa-A alguns usuários da metodologia têm selecionado seus projetos Seis Sigma baseados na estratégia do negócio, isto é, trabalhos cujos resultados vão de encontro ao norte da organização. No entanto não existe nenhuma estrutura que garanta que a seleção dos projetos respeitará tal diretiva.

A mesma figura é observada na Empresa-B onde além da prática indicar o fraco envolvimento da estratégia do negócio na seleção dos projetos Seis Sigma, tal critério não é mencionado no formulário PP, apesar do mapa de processo de seleção de projetos Seis Sigma “Top-down” indicar que os trabalhos oriundos desta frente nascem das metas e objetivos da corporação.

→ **Retorno financeiro**

Este critério para seleção de projetos Seis Sigma, foi um dos que apresentou maior diferença entre os resultados obtidos nos dois objetos de estudo.

A Empresa-A, apesar de estar vivendo um forte cenário de crise econômica não apresentou, na prática, um uso intenso do critério de retorno financeiro para a seleção de projetos Seis Sigma. Pode-se constatar que muitos projetos são oficializados sem apresentar nenhum ganho financeiro potencial.

Na Empresa-B o cenário observado é bastante diferente, onde os relatos apontaram que todos os projetos Seis Sigma são selecionados tendo em mãos seus ganhos financeiros potenciais. Além deste fato, têm-se que no formulário PP existem itens que referenciam explicitamente os ganhos financeiros potenciais dos projetos Seis Sigma a serem selecionados.

→ **Problemas estruturais de causas desconhecidas**

As observações deste critério nos dois objetos de estudo indicaram uma fraca convergência entre o que se tem praticado e o que se tem indicado na literatura sobre este tema.

Tanto na Empresa-A como na Empresa-B, concluiu-se que, por diversas vezes, tem-se a oficialização de problemas cujas causas já são conhecidas e as ações já foram até iniciadas para solucionar o problema.

De acordo com os relatos obtidos, muitas vezes pelo fato de tais situações estarem associadas a ganhos financeiros bastante significativos, ou mesmo pelo simples fato de consistirem em possibilidades de projetos Seis Sigma a serem finalizados, faz-se o aproveitamento de tais ações de melhoria “vitoriosas” (tomadas a partir da experiência de alguns funcionários ou mesmo por “*insights*”), como se tivessem sido frutos de um trabalho de análise proporcionada pelo uso do DMAIC e “contando a estória de trás para frente” faz-se a oficialização de tais práticas como um projeto Seis Sigma.

Tal deficiência no processo de seleção de projetos Seis Sigma foi o mais forte, identificado nos dois objetos de estudo analisados.

→ Proporcionalidade com os recursos disponíveis

Quanto a este critério, foi observado que a Empresa-A não faz, de forma regular, a avaliação dos recursos disponíveis ao desenvolvimento dos projetos Seis Sigma contra a complexidade do problema a ser tratado. Os relatos apontaram que muitas vezes os projetos iniciados são abandonados ou mesmo finalizados com atraso de mais de um ano.

Na Empresa-B foi observado o mesmo cenário quanto às práticas por parte dos usuários da metodologia Seis Sigma. No entanto existem itens no formulário PP que referenciam explicitamente os recursos necessários para o desenvolvimento dos projetos Seis Sigma.

→ Potencial de término em curto período de tempo

Nos dois cenários analisados, pode-se observar uma fraca convergência entre o que se tem praticado com relação a este critério e o que a literatura sinaliza.

Tanto na Empresa-A como na Empresa-B, os relatos apontaram uma fraca preocupação, por parte dos usuários da metodologia, com o potencial de término, dos projetos Seis Sigma iniciados, em um período inferior a seis meses. De acordo com as informações obtidas no

trabalho de pesquisa, isto tem trazido como consequência um elevado número de projetos inacabados bem como diversos trabalhos finalizados com mais de um ano de atraso.

→ **Problemas mensuráveis**

Tanto na Empresa-A quanto na Empresa-B as práticas têm apontado o uso bastante forte de tal critério no momento da seleção de projetos, isto é, a grande maioria dos problemas tratados tem sua origem em indicadores existentes.

Na empresa-B foi possível observar que além deste critério ser bastante utilizado na prática, ele é fortalecido pela existência de menções explícitas no formulário PP quanto à necessidade de se tratar problemas mensuráveis como projetos Seis Sigma.

5. Conclusões e recomendações

5.1 – Considerações iniciais

De acordo com o que foi apresentado neste trabalho, pode-se constatar que o objetivo inicial da pesquisa, que era o de analisar o processo de seleção de projetos Seis Sigma em empresas de manufatura do Brasil, foi alcançado.

A seguir tem-se apresentado de forma mais detalhada as conclusões desta pesquisa, de acordo com os objetivos determinados no início do trabalho. E no final deste capítulo são apresentadas algumas sugestões para futuros trabalhos dentro do tema estudado.

5.2 – Conclusões

5.2.1 – Conclusões quanto ao objetivo principal

De acordo com o objetivo principal deste trabalho, que é a realização da análise do processo de seleção de projetos Seis Sigma em empresas de manufatura do Brasil, foi identificado na literatura, os principais critérios para a determinação de problemas a serem tratados com a metodologia Seis Sigma. Estas diretrizes são o Foco no cliente, Ligação com a estratégia do negócio, Retorno financeiro, Problemas estruturais de causas desconhecidas, Proporcionalidade com os recursos disponíveis, Potencial de término em curto período de tempo e problemas mensuráveis.

O conjunto destas diretrizes constituiu o elemento norteador do trabalho de pesquisa, um estudo de caso, realizado em duas empresas praticantes do Seis Sigma. Neste trabalho, tais empresas foram referenciadas como Empresa-A e Empresa-B.

A Empresa-A não apresentou, em seu processo de seleção de projetos Seis Sigma, nenhuma etapa dedicada à avaliação das propostas de trabalho e diversos relatos apontaram que apesar de alguns projetos terem sido selecionados a partir de critérios sinalizados pela literatura, tal prática não tem se dado de forma regular, uma vez que se deram unicamente pela iniciativa de alguns líderes de projetos.

Quanto à Empresa-B observou-se, em seu processo de seleção de projetos Seis Sigma, a existência de uma etapa dedicada à avaliação das propostas de trabalho. No entanto, diversos

relatos apontaram que muitas vezes não se faz o uso adequado desta ferramenta para seleção de projetos Seis Sigma, e ainda que tal ferramenta não contempla todos os critérios identificados na literatura acerca deste tema.

Tem-se apresentado a seguir os pontos mais relevantes desta conclusão:

5.2.1.1 – Seleção de projetos Seis Sigma quanto aos resultados potenciais

→ Foco no cliente

Tal elemento foi observado como um dos mais utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma. Apesar de não existir, em nenhuma das duas empresas analisadas, uma estrutura para a garantia da prática de tal critério em todos os projetos selecionados, pode-se constatar que vários líderes de projetos referenciam as necessidades de clientes internos ou externos para a seleção de um projeto Seis Sigma. Alguns relatos obtidos neste trabalho de pesquisa, conforme já apresentado, sugerem a prática, mesmo que de forma não regular, deste critério como uma das causas de sucesso em alguns projetos desenvolvidos, uma vez que a tomada de decisões e a realização de ações são facilitadas e suportadas pelos clientes, como maiores interessados no sucesso do trabalho.

→ Ligação com a estratégia do negócio

Este elemento foi observado como um dos menos utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma, além de não existir, em nenhuma das duas empresas analisadas, uma estrutura robusta para a garantia da prática de tal critério em todos os projetos selecionados. Foi observado que poucos líderes de projetos referenciam o direcionamento do negócio no momento da seleção de projetos Seis Sigma. Alguns relatos obtidos neste trabalho de pesquisa, conforme já apresentado, sugerem que uma das causas do insucesso quanto aos resultados obtidos com o Seis Sigma é o fato dos problemas selecionados não estarem fortemente vinculados à estratégia do negócio, desta forma, naturalmente, perdendo o apoio da alta administração no desenvolvimento do trabalho.

→ Retorno financeiro

Tal elemento foi observado como um dos menos utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma na Empresa-A, e um dos mais utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma na Empresa-B. Foi observado que poucos líderes de projetos buscam selecionar projetos Seis Sigma de acordo com o retorno financeiro potencial do trabalho. Alguns relatos obtidos neste trabalho de pesquisa, conforme já apresentado, sinalizam que a empresa que não

tem utilizado este critério não tem conseguido sucesso no desenvolvimento de projetos Seis Sigma, uma vez que os membros do time Seis Sigma se sentem desmotivados diante de um trabalho sem potencial significativo de ganho financeiro à organização.

5.2.1.2 – Seleção de projetos Seis Sigma quanto ao problema a ser tratado

→ Problemas estruturais de causas desconhecidas

Este elemento foi observado como um dos menos utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma, além de não existir, em nenhuma das duas empresas analisadas, uma estrutura para a garantia da prática de tal critério em todos os projetos selecionados. Foi observado que diversos líderes de projetos iniciam projetos Seis Sigma tendo o conhecimento parcial ou até mesmo total das causas do problema a ser tratado. O mesmo pode ser observado quanto aos problemas estruturais. A pesquisa apontou o uso da metodologia Seis Sigma, em diversos casos, para a solução de *outbreaks*, isto é, a ferramenta foi utilizada para a identificação de causas especiais. Este cenário favorece o insucesso do desenvolvimento da metodologia, uma vez que a prática não genuína da ferramenta consolida conceitos incorretos os usuários.

→ Proporcionalidade com os recursos disponíveis

Este elemento foi observado como um dos menos utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma, além de não existir, em nenhuma das duas empresas analisadas, uma estrutura para a garantia da prática de tal critério em todos os projetos selecionados. Foi observado que poucos líderes de projetos realizam uma avaliação prévia dos recursos disponíveis para o desenvolvimento de um projeto Seis Sigma, de acordo com a complexidade do problema a ser tratado. Alguns relatos obtidos neste trabalho de pesquisa, conforme já apresentado, sugerem que uma das causas do insucesso quanto aos resultados obtidos com o Seis Sigma é o fato dos problemas selecionados possuírem dimensão desproporcional aos recursos disponíveis para tratá-lo, o que na grande maioria das vezes acarreta um considerável atraso à conclusão do projeto ou mesmo o abandono do trabalho.

→ Potencial de término em curto período de tempo

Este elemento foi observado como um dos menos utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma, além de não existir, em nenhuma das duas empresas analisadas, uma estrutura para a garantia da prática de tal critério em todos os projetos selecionados. Foi observado que poucos líderes de projetos realizam uma avaliação do tempo estimado para a conclusão do trabalho. Alguns relatos obtidos neste trabalho de pesquisa, conforme já apresentado, sugerem que uma das causas do insucesso quanto aos resultados obtidos com o Seis Sigma, é o fato

dos projetos selecionados levarem um tempo grande para a conclusão, favorecendo a desmotivação dos envolvidos no projeto, uma vez que a pressão pelos resultados no prazo acordado, normalmente, é bastante intensa por parte dos clientes e da alta administração.

→ **Problemas mensuráveis**

Tal elemento foi observado como um dos mais utilizados pelos usuários da metodologia Seis Sigma. Apesar de não existir, em nenhuma das duas empresas analisadas, uma estrutura para a garantia da prática de tal critério em todos os projetos selecionados, pode-se constatar que vários líderes de projetos direcionam seus projetos a algo que pode ser medido, e na maioria das vezes, parâmetros que já possuem indicadores de desempenho. Alguns relatos obtidos neste trabalho de pesquisa, conforme já apresentado, sugerem a prática, mesmo que de forma não regular, deste critério como uma das causas de sucesso em alguns projetos desenvolvidos, uma vez que após o desenvolvimento da fase de *IMPROVE*, pode-se ter uma figura precisa da eficácia das ações tomadas.

De acordo com o apresentado, pode-se observar que nem todos os critérios para a seleção de projetos Seis Sigma, identificados na literatura, estão sendo praticados de forma regular pelas empresas pesquisadas. Constatou-se que a Empresa-A não tem feito uso de nenhum critério de forma regular e a Empresa-B tem utilizado o “foco no cliente”, “retorno financeiro” e “problemas mensuráveis” como crivos à seleção de projetos Seis Sigma.

E ainda, foi possível identificar que a literatura vincula o adequado processo de seleção de projetos Seis Sigma aos resultados positivos com os projetos desenvolvidos.

Neste trabalho de pesquisa, foi possível observar uma convergência quanto a este aspecto, pois as duas empresas não estão obtendo os resultados esperados com o Seis Sigma.

5.2.2 – Conclusões quanto aos objetivos específicos

Tem-se apresentado a seguir:

→ **Compreensão de questões conceituais sobre Seis Sigma e seleção de projetos Seis Sigma, através da revisão bibliográfica:** de acordo com o que foi apresentado, pode-se concluir que tais questões conceituais foram fortemente exploradas e serviram como base teórica para o desenvolvimento do trabalho de pesquisa.

→ **Identificação das diretivas à seleção de projetos Seis Sigma visando a proposição de um modelo a partir da revisão bibliográfica:** de acordo com o que foi apresentado, pode-se identificar os principais critérios, presentes na literatura, para a seleção de projetos Seis Sigma. O conjunto destes critérios constituiu o principal alicerce à coleta de dados deste trabalho de pesquisa.

→ **Análise das práticas em duas empresas de manufatura do Brasil quanto ao processo de seleção de projetos Seis Sigma:** tal atividade pode ser realizada, tendo como método de pesquisa o Estudo de Caso e como suporte a revisão bibliográfica e as ferramentas para coleta de dados, desenvolvidas também neste trabalho de pesquisa.

5.2.3 – Conclusões quanto às proposições

Tem-se apresentado a seguir:

→ **P1: A quantidade de funcionários treinados na metodologia Seis Sigma favorece a prática adequada de seleção de projetos Seis Sigma (convergência entre prática e literatura):** de acordo com os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa, apesar das duas empresas analisadas apresentarem diversas fragilidades no processo de seleção de projetos Seis Sigma, pode-se observar um cenário mais amadurecido na Empresa-B quanto à utilização de critérios para definição de trabalhos a serem tratados com a metodologia. Esta empresa possui 7,24% de seus funcionários treinados na metodologia Seis Sigma, ao passo que a Empresa-A, com um cenário menos amadurecido, possui 3,77% de seus funcionários treinados na metodologia Seis Sigma. Deste modo, tal proposição foi validada.

→ **P2: A prática adequada de seleção de projetos Seis Sigma favorece a obtenção de resultados satisfatórios com o uso do Seis Sigma (percentual de projetos concluídos em 2004):** de acordo com os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa, as duas empresas analisadas apresentaram diversas fragilidades no processo de seleção de projetos Seis Sigma, e diversos relatos e dados indicaram uma considerável diferença negativa entre os resultados reais obtidos com o Seis Sigma e a expectativa de ganhos com os projetos desenvolvidos. Deste modo, não se pode validar tal proposição, isto é, a mesma foi refutada.

5.3 – Recomendações para trabalhos futuros

Tem-se apresentado a seguir, algumas sugestões para trabalhos futuros, dentro do tema estudado nesta pesquisa.

- Análise do processo de seleção de projetos Seis Sigma, para o *Design for Six Sigma* (DFSS), em empresas de manufatura do Brasil;
- Análise do processo de definição das ferramentas necessárias ao desenvolvimento de um projeto Seis Sigma;
- Análise do processo de seleção do time de projeto Seis Sigma em empresas de manufatura do Brasil;
- Análise da evolução do processo de seleção de projetos Seis Sigma em empresas de manufatura do Brasil;
- Análise do risco associado ao desenvolvimento de um projeto Seis Sigma;

6 Referências bibliográficas

- ANTONY, J. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. *The TQM Magazine*, v.16, n.4, p. 303-306, 2004.
- ANTONY, J., BANUELAS, R. A strategy for survival. *Manufacturing Engineering*, v.80, n.3, p.119-121, 2001.
- ANTONY, J., BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, v.6, n.4, p.20-27, 2002.
- ANTONY, J., BANUELAS, R. Six Sigma or design for six sigma. *The TQM Magazine*, v.16, n.4, p.250-263, 2004.
- BARNEY, M., MCCARTY, T. *The new six sigma: a leader's guide to achieve rapid business improvement and sustainable results*. Englewoods Cliffs, Prentice Hall, 2003.
- BEHARA, R. S., AUSTIN, S. F., FONTENOT, G. F., GRESHAM A. Customer satisfaction measurement and analysis using Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v.12, n.3, p. 9-18, 1995.
- BENGT, K., 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.
- BERTELS, T., PATTERSON, G. Selecting Six Sigma projects that matter. *Six Sigma Forum Magazine*, v.3, n.1, p 13-17, Novembro 2003.
- BRYMAN, A., *Research methods and organization studies*. Londres, Unwin Hyman Ltd, 1989. p-179-187.
- CARVALHO, M.M. Medindo o sigma do processo. In: Rotondaro, R.G.(Org.) *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria do processo, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas, 2002.
- CORONADO, R. B., ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. *The TQM Magazine*, v.14, n.2, p.92-99, 2002.
- DE FEO, J., BAR-EL, Z., Create strategic change more efficiently with a new design for six sigma process. *Journal of Change Management*, v.3, n.1, p.60-80, 2002.
- ECKES, G. *A Revolução do Seis Sigma*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- EHIE, I., SHEU, C., Integrating six sigma and theory of constraints for continuous improvement: a case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v.16, n.5, p-542-553, 2005.
- FUNDIN, A.P., CRONEMYR, P. Use customer feedback to choose Six Sigma projects. *Six Sigma Forum Magazine*, v.3, n.1, 2003.
- GOE, T.; XIE, M. Improving on the six sigma paradigm. *The TQM Magazine*, v.16, n.4, p 235-240, 2004.

- GROSS, J.M. A road map to Six Sigma quality. *Quality Progress*, Milwaukee, v.34, n.11, p.24-29, 2001.
- HARRY D., SCHROEDER, R. *Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the World's Top Corporation*. New York: Doubleday, 2000.
- HUTCHINS, D. The sigma enigma. *Quality World*, p.40-42, 2001.
- KWAK, Y.H., ANBARI, F.T. Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. Elsevier, 2004.
- LINDERMAN, K. Six Sigma: a goal theoretic perspective. *Journal of Operational Management*, v.21, p.193-203, 2003.
- LYNCH, D., BERTOLINO, S., CLOUTIER, E. How to scope DMAIC Projects. *Quality Progress*. v.36, n.1, p.37, 2003.
- MAYOR, T., Six Sigma comes to IT: targeting perfection, *CIO Magazine*, v.3, n.2, p 12-16, 2003.
- MITRA, A. Six Sigma education: a critical role for academia. *The TQM Magazine*, v.16, n.4, p. 293-302, 2004.
- MERGULHÃO, Ricardo Coser. Análise da implementação do Seis Sigma em empresas de manufatura no Brasil. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, 2003.
- PMBOK – PMI São Paulo, Brazil Chapter. PMI: O Instituto. [OnLine] Disponível na internet via <http://www.pmisp.org.br/exe/pmi/instituto.asp>. Acessado em Out/2005.
- PANDE P.S., NEUMAN, R.P., CAVANAGH, R.R.. *Estratégia Seis Sigma*. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2001.
- RAISINGHANI, M.S., ETTE, H., PIERCE, R., CANNON, R., DARIPALY, P., *Six Sigma: concepts tools and applications*. *Industrial Management & Data System*, v.105, n.4, p. 491-505, 2005.
- ROTONDARO, Roberto. *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços*. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SENAPATI, N. R., *Six Sigma: myths and realities*. *International Journal of Quality and Reliability Management*. v.21, n.6, p 683-690, 2004.
- SMITH, D., BLAKESLEE, J., KOONCE, R. *Strategic Six Sigma: Best practice from executive suite*. Chichester, 2002.
- SNEE, R.D. Dealing with the Achilles heel of Six Sigma initiatives. *Quality Progress*, v.34, n.3, p66, 2001
- SNEE, R. D., RODEBAUGH Jr. The project selection process. *Quality Progress*, p 78-80, Setembro 2002.

- VOSS, C., TSIKRIKTSIS, N., FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operation and Production Management*, v. 22, n.2, p 195, 2002.
- WERKEMA, M.C.C., O Seis Sigma Passo a Passo. Werkema Consultores, 2002.
- YIN, R. K. Case study research: design and methods. 2 Ed. Newbury Park: Sage Publications, 1994.
- YOUNG, H.; FRANK, T. Benefits, obstacles and future of six sigma approach. Elsevier, 2004.

ANEXO A – Protocolo de pesquisa utilizado nas entrevistas.

PROTOCOLO DE PESQUISA - SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - UNIFEI

1 A organização

- 1.1 Em que setor atua a empresa?
- 1.2 Há quanto tempo esta planta se encontra em atuação no Brasil?
- 1.3 Quantos funcionários possui, aproximadamente?
- 1.4 Existem outras unidades fabris no Brasil?

2 O Seis Sigma na organização

- 2.1 Há quanto tempo o Seis Sigma foi iniciado na organização?
- 2.2 Qual o percentual de líderes de projetos treinados nesta unidade fabril?
- 2.3 Qual o percentual de funcionários certificados nesta unidade fabril?
- 2.4 O uso da metodologia Seis Sigma tem se dado de forma intensa na organização?
- 2.5 Existe boa demanda de problemas a serem tratados pela metodologia Seis Sigma?
- 2.6 Como são selecionados os projetos Seis Sigma na organização?

3 As diretivas para seleção de projetos Seis Sigma

Foco no cliente

- 3.1 Tem-se como razão principal, à seleção de projetos Seis Sigma, a satisfação do cliente?
- 3.2 Faz-se o uso de informações sinalizadas pelos clientes para a determinação de fatores críticos à seleção de projetos Seis Sigma?
- 3.3 O cliente interno ou externo é envolvido no processo de seleção de projetos Seis Sigma?
- 3.4 O cliente é envolvido quanto à sua visão referente ao principal problema a ser resolvido (maior interesse)?

3.5 O cliente é envolvido quanto à sua visão referente ao principal processo a ser melhorado?

3.6 Antes do início de um projeto Seis Sigma, faz-se a coleta das exigências dos clientes, para o estabelecimento de relações?

3.7 Faz-se uso de alguma ferramenta para a coleta de informações referentes às necessidades dos clientes à seleção de projetos Seis Sigma?

Ligação com a estratégia do negócio

3.8 Tem-se definida de forma bastante clara a estratégia do negócio (a todos os níveis hierárquicos)?

3.9 Faz-se a avaliação do projeto, na etapa de seleção, quanto à existência de ligação com a estratégia do negócio (em todos os casos)?

3.10 Os projetos Seis Sigma nascem dos KPI's da organização (em todos os casos)?

Retorno financeiro

3.11 O retorno financeiro ao negócio se encontra entre os principais "drives" da organização, de forma EXPLÍCITA?

3.12 Na etapa de seleção de projetos Seis Sigma é realizada a avaliação do impacto financeiro à organização (ganhos potenciais do trabalho)?

3.13 O retorno financeiro à organização é um dos critérios à seleção de projetos Seis Sigma?

Problemas estruturais de causas desconhecidas

3.14 O conceito de problema estrutural e "outbreak" é claro para todos os envolvidos com Seis Sigma na organização?

3.15 Antes do início do desenvolvimento de um projeto Seis Sigma, faz-se a avaliação do problema quanto à possibilidade de se tratar de um outbreak (causa especial)?

3.16 Antes do início do desenvolvimento de um projeto Seis Sigma, faz-se a avaliação do problema quanto à possibilidade da causa ser conhecida?

Proporcionalidade com os recursos disponíveis

3.17 É realizada a avaliação dos recursos necessários para a execução do projeto Seis Sigma a ser selecionado?

3.18 É realizada a avaliação quanto à suficiência dos recursos para o desenvolvimento do projeto Seis Sigma com sucesso?

3.19 É realizada a avaliação quanto à quantidade de áreas envolvidas no projeto Seis Sigma, na etapa de seleção?

3.20 É realizada uma avaliação cuidadosa da dimensão do escopo do projeto Seis Sigma a ser selecionado?

3.21 É realizada a avaliação das ferramentas a serem utilizadas no trabalho, de acordo com a dimensão do projeto Seis Sigma a ser selecionado?

Potencial de término em curto período de tempo

3.22 É realizada alguma avaliação quanto ao tempo necessário para o desenvolvimento e conclusão do projeto Seis Sigma (na etapa de seleção)?

3.23 No processo de seleção dos projetos Seis Sigma, faz-se a avaliação do potencial de término do trabalho em no máximo seis meses?

Problemas mensuráveis

3.24 Tem-se o mapeamento das variáveis de saída mensuráveis, para identificação das oportunidades de melhoria?

3.25 No processo de seleção de projetos Seis Sigma, toma-se o cuidado em se tratar problemas mensuráveis?

Outros critérios para a seleção de projetos Seis Sigma

3.26 Qual o critério mais importante/utilizado para a seleção de projetos Seis Sigma na organização?

3.27 Qual o critério mais importante que deveria ser utilizado para a seleção de projetos Seis Sigma na organização?