



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
DOUTORADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

ABEL RIBEIRO DE JESUS

**SEIS SIGMA EM GRANDES INDÚSTRIAS NO
BRASIL: PROBLEMAS DE IMPLEMENTAÇÃO E
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO.**

SALVADOR

2015

ABEL RIBEIRO DE JESUS

**SEIS SIGMA EM GRANDES INDÚSTRIAS NO
BRASIL: PROBLEMAS DE IMPLEMENTAÇÃO E
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Industrial – PEI, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Industrial.

Professor Orientador:

Dr. Herman Augusto Lepikson – PEI/UFBA

Professor coorientador:

Dr. Carlos Arthur M. T. Cavalcante-PEI/UFBA

Professor coorientador estrangeiro:

Jiju Antony – Heriot-Watt University

SALVADOR

2015

DADOS INTERNACIONAIS PARA CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

J56s

Jesus, Abel Ribeiro de

Seis Sigma em grandes indústrias no Brasil : problemas de implementação e fatores críticos de sucesso / Abel Ribeiro de Jesus. – 2015.

171 f. p. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado em Engenharia Industrial) UFBA, Escola Politécnica, 2015

Bibliografia: f. 161-167.

Orientador: Professor Doutor Herman Augusto Lepkison

Coorientador: Professor Doutor Carlos Arthur M. T. Cavalcante

Coorientador estrangeiro: Professor Doutor Jiju Antony

1. Seis Sigma (Controle de qualidade). 2. Administração da produção. 3. Indústrias - Brasil. 4. Controle de qualidade. 5. Sucesso. 6. Inovações tecnológicas. I. Título

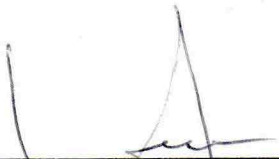
CDD- 658.562

ABEL RIBEIRO DE JESUS

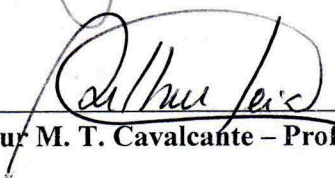
**IMPLANTAÇÃO DO SEIS SIGMA NO BRASIL:
PROBLEMAS DE IMPLEMENTAÇÃO E FATORES CRÍTICOS DE
SUCESSO.**

Tese submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de doutor em Engenharia Industrial.

Examinada por:



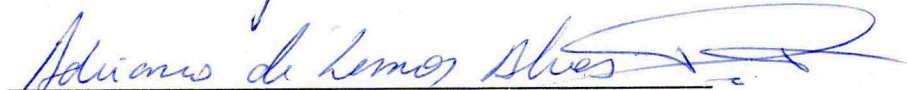
Herman Augusto Lepikson, Prof. Dr. do DEM/PEI/EP/UFBA - Orientador



Carlos Arthur M. T. Cavalcante – Prof. Dr. do DEM/PEI/EP/ UFBA – Orientador



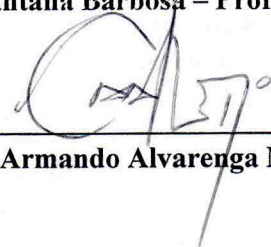
Ademair Nogueira do Nascimento – Prof. Dr. PEI/UFBA



Adriano de Lemos A. Peixoto-Pesquisador ISP/UFBA – Presidente da SBPOT



Ava Santana Barbosa – Professora Dra. – DEM/PEI/EP/UFBA



Clovis Armando Alvarenga Netto – Prof. Dr. – USP/SP

SALVADOR

2015

AGRADECIMENTOS

À Comissão Brasileira de Aperfeiçoamento de Professores de Ensino Superior (CAPES) que proporcionou uma bolsa de doutorado sanduiche para a Universidade de Strathclyde, em Glasgow, Escócia, onde parte desta pesquisa foi realizada.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), que apoiou a apresentação de dois *papers* no exterior, um em Belgrado e outro em Edimburgo.

Ao Prof. Herman Augusto Lepikson pela orientação sempre atenta, competente e rápida e ao Prof. Carlos Arthur Teixeira Cavalcante pela coorientação.

Ao Prof. Jiju Antony pelo apoio competente no tema *Lean Seis Sigma*, pela minha aceitação nas Universidades de Strathclyde e Heriot-Watt e parceria nos *papers*.

Aos Profs. Cristiano Fontes, Marcelo Embiruçu e Márcio Luis Ferreira Nascimento pelas orientações sempre rápidas e precisas nos procedimentos do PEI.

À Pré-banca e Banca examinadora pelos comentários e críticas que muito contribuíram para o aperfeiçoamento da Tese.

A todas as empresas e a todos aqueles que responderam aos questionários e que entrevistei, pela confiança em prestarem depoimentos e a doação dos seus tempos.

Ao Prof. Geraldo, atual Chefe do DEM, a Profa. Ava Barbosa, a secretária Suely Santos e os Profs. Ademar Nogueira, Adonias Magdiel, Anastácio Pinto, Anselmo Bandeira, Fernando Gois, Flavio Carvalho, Francisco Gaudêncio, Geraldo Queiroz, Herman Lepikson, José Amaro, José Joaquim, Marcelo Alonso, Roberto Sacramento, Urbano Campello, pelo apoio em diversos difíceis momentos no DEM, principalmente quando ocupando a Chefia do Departamento entre 2011 e 2012 e a D. Maria, prestadora de serviços do DEM.

Aos bolsistas, monitores, voluntários, bem como aos membros da Liga *Lean Seis Sigma* que ajudaram em algumas fases da pesquisa e ao aluno Maurício Lordelo que contribuiu na formatação de artigos e da tese.

À Maria do Carmo, minha mulher, pela compreensão das inúmeras horas relegadas à família e dedicadas ao curso.

Às minhas filhas: Andrea e Angela, aos meus filhos: Alan e Adriano, Netos: Daniel, Artur, Marcelo e Lucas, neta: Amanda, nora: Luana, genros: Euripdis e Nilton, pelo tempo que às vezes deixei de curtir junto a eles, e a Jandira pelo apoio sempre presente.

Muito obrigado a tantos por possibilitarem essa experiência enriquecedora, da maior importância para meu crescimento...um sonho realizado.

RESUMO

Este trabalho buscou identificar o estágio, aspectos positivos e deficiências na implantação dos programas Seis Sigma nas empresas no Brasil, visando contribuir para melhoria da competitividade das mesmas e conseqüentemente do país. Foi conseguido um número expressivo de 104 questionários de 29 empresas contemplando opiniões de quatro níveis organizacionais diferentes, o que é um diferencial deste trabalho. Foi avaliado o uso de 26 práticas de gestão inerentes ao Seis Sigma, bem como foi avaliada a importância de 19 Fatores Críticos de Sucesso - FCSs, comparando estes com os pesquisados em 26 artigos abrangendo 13 países. Os resultados da pesquisa constataam que o Seis Sigma no Brasil está sendo aplicado principalmente em grandes empresas industriais, similarmente ao que ocorre em outros países. A implantação do programa no Brasil ocorreu entre os anos de 1999 e 2009, estando bem avaliado pelos respondentes da pesquisa, seguindo padrões internacionais na forma, porém com muito menor intensidade de implantação. Análise Fatorial foi realizada para as Práticas e para a Importância dos FCSs. A comparação entre os três construtos das Práticas e dos FCSs revelou o essencial para o sucesso do Seis Sigma que é, em primeiro lugar, o “Comprometimento da alta administração”, fator sempre posicionado em primeiro lugar nas pesquisas internacionais. Em segundo temos o “Sistema de gestão” que constitui uma base sobre a qual se assenta o Seis Sigma. Em terceiro, vem os “Requisitos para o Seis Sigma”, que é mais específico para o caso das práticas de gestão que foca no papel dos *Champions* e dos *Black Belts*. Verificamos haver uma lacuna na quantidade destes profissionais e que os mesmos não dedicam tempo integral na resolução dos problemas estratégicos das empresas o que retarda os projetos e conseqüentemente os resultados do programa Seis Sigma. Foi verificado existir também outra lacuna, que é a “Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes”, sendo necessário que as empresas apliquem mais o *Design For Six Sigma – DFSS* para desenvolver produtos que atendam aos clientes já com qualidade Seis Sigma. Foi também constatado que nem no Brasil nem no exterior dois FCSs não estão sendo considerados importantes, o que pode ser um equívoco, que são a “Ligação do Seis Sigma com um sistema de *benchmarking*” e um “Programa de Incentivos e bônus”, podendo estes alavancarem um programa quando bem implementados. Um programa Seis Sigma seguindo os achados desta pesquisa terá amplas possibilidades de sucesso, podendo contribuir para a competitividade de nossas empresas, algo que se encontra na fronteira das preocupações atuais do país.

Palavras-chave: Seis Sigma. *Survey*. Fatores Críticos de Sucesso. Qualidade. Indústrias no Brasil. Análise fatorial multivariada.

ABSTRACT

This study aimed to identify the status, strengths and weaknesses in the implementation of Six Sigma programs in companies in Brazil, aiming to contribute to the improvement of the competitiveness of these companies and therefore the country. A significant number of 104 questionnaires from 29 companies involving four different organizational levels opinions, which is a differential of this work, was achieved. The use of 26 management practices inherent in the Six Sigma was evaluated and assessed the importance of 19 Critical Success Factors - CSFs, comparing these with those surveyed in 26 articles covering 13 countries. The survey results found that Six Sigma in Brazil is being applied mainly in large industrial companies, similar to what occurs in other countries. The program was implemented in Brazil between the years 1999 and 2009, and well rated by survey respondents, following international standards in form, but with much less intensity deployment. Factor analysis was performed to the practices and the importance of CSFs. The comparison between the three constructs of Practice and CSFs revealed essential to the success of Six Sigma is that, first, the "senior management commitment", a factor always users ranked the first place in international research. Second essential to Six Sigma is the "management system" which is a foundation on which rests the Six Sigma. Third, the "requirements for Six Sigma", which focus on the role of Champions and Black Belts. We found there is a gap in the number of these professionals in business and they do not devote full time in solving strategic business problems, which delays the projects and consequently the results of the Six Sigma program. It was found also other gap in Six Sigma programs, which is the Six Sigma connection with the interests of customers, requiring companies to apply more the Design For Six Sigma - DFSS to develop products that meet customers already with Six Sigma quality . It was also found that either in Brazil or abroad, two CSFs are not considered important, which may be a misunderstanding, which are the "Six Sigma connection with a benchmarking system" and "Incentive Program and bonuses", that we think they may leverage a program when properly implemented. A Six Sigma program following the findings of this research program will have ample chances of success, contributing to the competitiveness of our businesses, which is on the border of the country's current concerns.

Keywords: *Six Sigma. Survey. Critical Success Factors. Quality. Industries in Brazil.*

Multivariate factor analysis.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre o padrão atual das boas empresas (3,8 σ) com o Seis Sigma.....	29
Quadro 2 - Artigos consultados sobre FCSs aplicados ao Seis Sigma	52
Quadro 3 - Principais hipóteses para a "crise" do modelo de GQT	58
Quadro 4 - Questionário utilizado no levantamento (<i>survey</i>) efetuado.....	67
Quadro 5 - Posição dos FCSs da nossa pesquisa e das pesquisas no Brasil	96
Quadro 6 - Posição dos FCSs da nossa pesquisa e de todas as 26 pesquisas consultadas	96
Quadro 7 - Conceitos e práticas do Seis Sigma avaliadas na pesquisa	112
Quadro 8 - Construtos das práticas de gestão e dos FCSs, rearranjados.....	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Origem do Seis Sigma e a evolução do mesmo no Brasil.....	47
Figura 2 – Correlações das práticas de gestão com o construto Resultado X Médias das avaliações das práticas de gestão.....	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de artigos por ano sobre <i>Six Sigma</i>	19
Gráfico 2 - Respondentes em cada posição da estrutura organizacional (%)	82
Gráfico 3 - Tipos de indústrias pesquisadas incluídas no estudo (%)	83
Gráfico 4 - Quantidade de empregados das empresas pesquisadas (%)	84
Gráfico 5 - Comparação da quantidades de <i>GBs</i> , <i>BBs</i> e <i>MBBs</i> no Brasil e na literatura (%)	85
Gráfico 6 - Fatores Críticos de Sucesso – indústrias no Brasil (o número à frente do FCS refere-se à questão do questionário)	95
Gráfico 7 - Quantidade das empresas pesquisadas que iniciaram o Seis Sigma a cada ano.....	108
Gráfico 8 - Histograma da utilização do <i>DFSS</i> pelas empresas pesquisadas no Brasil.....	131
Gráfico 9 - Comparação das médias das avaliações da importância versus utilização de práticas de gestão relacionadas com o Seis Sigma	138
Gráfico 10 - Comparação entre TQM, ISO 9001e Seis Sigma. A ordenada mostra as médias e dispersão, com intervalo de confiança de 95%	153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tradução do nível da qualidade para as linguagens técnica e financeira	30
Tabela 2 - Relação das ferramentas e técnicas utilizadas nas etapas do método DMAIC	34
Tabela 3 - Projetos Seis Sigma concluídos em duas turmas de formandos com respectivos ganhos financeiros – estimado e real	48
Tabela 4 – Posição (<i>ranking</i>) dos fatores críticos de sucesso de todos os artigos pesquisados ..	54
Tabela 5 - Matriz Padrão e sua composição das variáveis independentes	87
Tabela 6 - Questões relacionadas à como os Projetos Seis Sigma são selecionados	91
Tabela 7 - Quantidades e percentuais de <i>GBs</i> , <i>BBs</i> e <i>MBBs</i> das empresas pesquisadas contra as quantidades encontradas na literatura.....	97
Tabela 8 - Ordem de importância dos FCSs do total dos respondentes e de cada um dos quatro níveis organizacionais	100
Tabela 9 - Matriz Padrão com os três construtos, os seus FCSs e as cargas	104
Tabela 10 - Empresas que continuam seus programas Seis Sigma	109
Tabela 11 - Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação do Seis Sigma.....	109
Tabela 12 - Dê uma nota nos RESULTADOS do Seis Sigma	110
Tabela 13 - Estágio de implantação do 6 Sigma	111
Tabela 14 - Conceitos/Práticas de gestão, médias, correlações, significância e fatores	113
Tabela 15 - Frequências das respostas do item 18 - Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion"	116
Tabela 16 - Variância Total Explicada.....	117
Tabela 17 - Estatística Descritiva e Correlações Spearman das práticas de gestão que compõem o construto 1	118
Tabela 18 - Frequências de respostas da questão 16 *	119
Tabela 19 - Estatística Descritiva das práticas de gestão que compõem o construto/fator 2 ..	122
Tabela 20 - Estatística Descritiva das práticas de gestão que compõem o construto/fator 3 ..	123
Tabela 21 - Frequências de respostas da questão 18 *	124
Tabela 22 - Quantidade de projetos e duração dos mesmos em uma empresa.....	124
Tabela 23 - Artigos encontrados sobre Seis Sigma no Brasil.....	125
Tabela 24 - Classificação dos FCSs da nossa pesquisa e de cinco outras pesquisas no Brasil ...	126
Tabela 25 - Comparação da ordem de importância das empresas pesquisadas e dos 26 artigos estudados.....	127
Tabela 26 - Distribuição de frequências das respostas se as empresas utilizam o DFSS	131
Tabela 27 - Práticas de gestão mais utilizadas nas empresas pesquisadas no Brasil	133
Tabela 28 - Importância dos FCSs Incentivos/Bônus e Benchmarking	134
Tabela 29 - Comparação entre a importância dada pelos respondentes e a realidade das empresas em oito práticas de gestão mais votadas relacionadas ao Seis Sigma.....	137
Tabela 30 - <i>Rankings</i>	140
Tabela 31 - Teste Estatístico ^b	140
Tabela 32 - <i>Rankings</i>	141
Tabela 33 - Teste Estatístico ^b	142
Tabela 34 - <i>Rankings</i>	142
Tabela 35 - Teste Estatístico ^b	143

Tabela 36 - <i>Rankings</i>	144
Tabela 37 - Teste Estatístico ^b	144
Tabela 38 - <i>Rankings</i>	145
Tabela 39 - Teste Estatístico ^b	145
Tabela 40 - <i>Rankings</i>	146
Tabela 41 - Teste Estatístico ^b	146
Tabela 42 - <i>Rankings</i>	147
Tabela 43 - Teste Estatístico ^b	147

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>ASQ</i>	<i>American Society for Quality</i>
<i>BBs</i>	<i>Black Belts</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<i>BSC</i>	<i>Balanced Scorecard</i>
CCQ	Círculos de Controle da Qualidade
CEO	Chief Executive Office
CEP	Controle Estatístico de Processos
<i>CRM</i>	<i>Customer Relationship Management</i>
<i>CSFs</i>	<i>Critical Success Factors</i>
<i>DFSS</i>	<i>Design For Six Sigma</i>
<i>DMAIC</i>	<i>Define, Measure, Analyse, Implement, Control</i>
<i>FMEA</i>	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
<i>GBs</i>	<i>Green Belts</i>
<i>GE</i>	<i>General Electric</i>
GPD	Gerenciamento pelas Diretrizes
GQT	Gestão pela Qualidade Total
GRD	Gerenciamento da Rotina do Dia-a-dia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICs	Itens de Controle
INDG	Instituto de Desenvolvimento Gerencial
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization</i>
<i>JIT</i>	<i>Just-in-Time</i>
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
MASP	Metodologia de Análise e Solução de Problemas
<i>MBBs</i>	<i>Master Black Belts</i>

MO	Mão de Obra
NCPPM	Não Conformidades em Partes Por Milhão
PME	Pequenas e Médias Empresas
PNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
TI	Tecnologia da Informação
<i>TQC</i>	<i>Total Quality Control</i>
<i>TQM</i>	<i>Total Quality Management</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 SEIS SIGMA NO BRASIL.....	18
1.2 JUSTIFICATIVA.....	19
1.2.1 Tendências	20
1.3 SEIS SIGMA NA ACADEMIA.....	20
1.4 OBJETIVO.....	21
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
1.6 PRODUÇÃO ACADÊMICA RELACIONADA À TESE.....	22
1.7 DELIMITAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO.....	24
1.8 PONTOS CRÍTICOS/EMPECÍLIOS.....	25
1.9 ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	25
2 REVISÃO DA LITERATURA	27
2.1 O QUE É O PROGRAMA SEIS SIGMA.....	31
2.2 SEIS SIGMA EM TERMOS ESTATÍSTICOS.....	36
2.3 SEIS SIGMA EM TERMOS DE NEGÓCIOS.....	37
2.4 COMO FUNCIONA O SEIS SIGMA.....	38
2.5 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO – FCSs.....	39
2.6 RESULTADOS DO SEIS SIGMA.....	40
2.7 QUESTIONAMENTOS EM RELAÇÃO AO SEIS SIGMA.....	41
2.8 IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA NO MUNDO E NO BRASIL.....	46
2.9 ENVOLVIMENTO DO AUTOR COM O SEIS SIGMA.....	47
2.10 SEIS SIGMA E ESTA PESQUISA.....	50
2.11 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO E O SEIS SIGMA.....	51
2.12 TQC/GQT/TQM e a ISO 9000.....	54
2.13 <i>LEAN</i>	59
3 METODOLOGIA	61
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	62
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	62
3.3 A SELEÇÃO DAS EMPRESAS.....	63
3.4 O QUESTIONÁRIO.....	64
3.5 RESPOSTAS E COMPOSIÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	68

3.6 ABORDAGENS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS	69
3.6.1 Correlação de Spearman	69
3.6.2 Testes padronizados z e distância de Mahalanobis.....	70
3.6.3 Teste alfa de Cronbach.....	70
3.6.4 Medida de Kaiser-Meyer-Olkin	71
3.6.5 Teste de Mann-Whitney	71
3.6.6 Teste de Kruskal-Wallis	71
3.6.7 Teste de esfericidade de Bartlett	71
3.6.8 Teste do ranking dos sinais de Wilcoxon	72
3.6.9 Análise de Fatores Exploratória.....	72
3.7 ANÁLISE DE FATORES DAS PRÁTICAS DE IMPLANTAÇÃO	73
3.8 ANÁLISE DE FATORES QUANTO AOS FCSs.....	74
3.9 ETAPAS DA METODOLOGIA A SER EMPREGADA	75
4 RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO	82
4.1 RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS	82
4.2. ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DO SEIS SIGMA.....	85
4.2.1 Variáveis dependentes e análise fatorial.....	85
4.2.2 Variáveis independentes	86
4.2.3 Análise fatorial das variáveis independentes	86
4.2.4 Construto 1 – Comprometimento da Alta Administração	89
4.2.5 Construto 2 – Sistema de gestão e seleção de projetos	90
4.2.6 Fator 3 – Atribuições dos <i>Black Belts</i>	93
4.3 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCSs) DO SEIS SIGMA	94
4.3.1 Quatro FCSs que coincidem com estudos no Brasil	95
4.3.2 Quatro FCSs que coincidem no Brasil/outros países.....	96
4.3.3 FCSs que não coincidem com outros estudos	97
4.3.4 Comparação entre FCSs de dois períodos diferentes.	97
4.3.5 Comparação FCSs por quatro níveis organizacionais	99
4.3.6 Análise multivariada nos FCSs	102
4.4 RESPOSTAS AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	106
4.4.1 Empresas que mais estão implantando o Seis Sigma	107
4.4.2 Época em que foram iniciadas as implantações.....	107
4.4.3 Empresas que continuam com o programa Seis Sigma.....	108

4.4.4 Identificar se o Seis Sigma está sendo bem avaliado	109
4.4.5 Fase de implantação do Seis Sigma no Brasil	111
4.4.6 Práticas de gestão positivas nas empresas no Brasil.....	111
4.4.7 Práticas de gestão carentes nas empresas no Brasil	115
4.4.8 O que a Análise de Fatores das práticas de gestão revelou	117
4.4.9 FCSs das empresas X pesquisas no Brasil	125
4.4.10 Concordâncias e discordâncias sobre os FCSs.	127
4.4.11 FCSs não importantes.....	134
4.4.12 Comparações importância X praticas.....	137
4.5 COMPARAÇÃO CONSTRUTOS: PRÁTICAS X FCSs	149
4.6 AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS SEIS SIGMA, TQM E ISO 9001. ...	151
5 CONCLUSÕES	155
5.1 IMPLICAÇÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA	159
5.2 AGENDA PARA PESQUISAS FUTURAS	160
REFERÊNCIAS.....	161
ADENDO 1 - FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO.....	168
ADENDO 2 - ESTATÍSTICA DOS CONSTRUTOS	170
ADENDO 3 - ESTATÍSTICA DAS QUESTÕES 1, 2, 3 E 4	171

1 INTRODUÇÃO

O Seis Sigma é um sistema de gestão composto de um *Road map* (chamado de Mapa de Raciocínio aqui no Brasil) e uma grande quantidade de ferramentas estatísticas dedicadas a resolver problemas complexos das empresas. Tem como meta final de longo prazo uma quase perfeição de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades de erros (qualidade 6σ) nos níveis de qualidade dos produtos, serviços ou transações, sempre com o foco no Lucro Líquido (*bottom line*, como é usado em Inglês na literatura dos negócios) dos balanços das empresas.

O Seis Sigma foi criado pela Motorola na década de 1980. Em 2007 já estava sendo utilizado por 53 das 500 maiores empresas da *Fortune* e 82% das 100 maiores, realizando um ganho de 427 bilhões de dólares em vinte anos (MARX, 2007). Este programa veio como uma evolução do Controle Estatístico de Processos – CEP e do TQM, tornando-se um processo estratégico completo de gerenciamento aplicado às empresas.

Uma das motivações para esta pesquisa foi a de que duas empresas de grande porte na Bahia que mantinham programas Seis Sigma acabaram por interrompê-los. Isto apesar do Seis Sigma ser um dos programas de maior aplicação hoje em dia nas maiores e melhores empresas do Brasil e do mundo para a melhoria contínua da qualidade, produtividade, dos negócios em geral e conseqüentemente da competitividade. Entender melhor como um programa Seis Sigma deve ser mais bem implementado guiou o foco dos estudos, já que os resultados obtidos certamente serão de grande utilidade para a indústria brasileira que persegue melhorias efetivas de competitividade para poder sobreviver em um ambiente cada vez mais exigente.

1.1 SEIS SIGMA NO BRASIL

A partir da década de 1990 o Seis Sigma começou a ser implantado nas empresas no Brasil. Na pesquisa que realizamos, as primeiras empresas iniciaram em 1999, cerca de cinco anos depois da GE, que foi a empresa que fez a maior divulgação deste programa nos EUA. Algumas empresas obtiveram um grande sucesso, a maioria obteve bons resultados e outras não. Este é o problema principal deste trabalho, ou seja, o porquê e como fazer para que aumente a taxa de sucesso do Seis Sigma nas empresas no Brasil, sejam de capital nacional ou

multinacional.

1.2 JUSTIFICATIVA

O termo Seis Sigma encontra 23.900.000 citações no Google, sendo 106.000 no título (em 28/08/13). Em termos de artigos, encontram-se no Google Acadêmico 416 artigos, considerando uma busca avançada restrita e focada, de 1995 até 2013.

Para constatar o crescente interesse pelo tema temos o Gráfico 1, que mostra a quantidade de Artigos no banco de dados do “Science Direct” (SCIENCE DIRECT, 2013) publicados a cada ano a partir de 1995. Este foi o ano em que o Seis Sigma iniciou na General Electric - GE, quando teve maior repercussão. Os dados do Gráfico 1 foram conseguidos com busca refinada com o nome *Six Sigma* aparecendo no título, no resumo ou nas palavras chave; e nos assuntos Engenharia e Negócios/Administração/Contabilidade. Vê-se que são poucos artigos até 2005, crescendo a partir deste ano até chegar a 28 artigos até julho/2013 (se fizermos uma extrapolação até dezembro, teríamos 42 artigos em 2013).

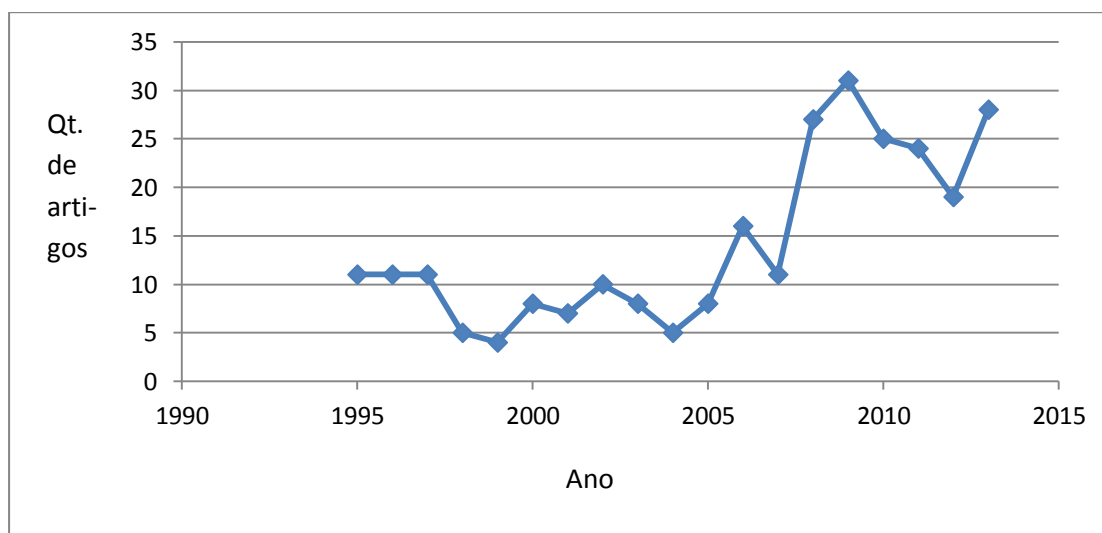


Gráfico 1 - Quantidade de artigos por ano sobre *Six Sigma*
Fonte: *Science Direct* (2013)

1.2.1 Tendências

Conforme Antony (2008), o Seis Sigma se desenvolverá ainda nos próximos anos e os conceitos principais perdurarão como: necessidades dos consumidores, melhoria contínua, análise com fatos e dados, decisões com base estatística, identificação e eliminação da causa raiz, orientação por processos e controle por processos.

Em uma pesquisa tipo *survey* (PINTO, CARVALHO e HO, 2006), realizada em 198 empresas, de um universo de 1.000 das Maiores e Melhores Empresas do país, 23% estavam implantando o Seis Sigma, 83% tinham a ISO 9001 e 39% tinham a ISO 14000. As empresas que ainda não tinham o Seis Sigma são assim possíveis candidatas a implantar o programa, sem contar a grande quantidade de empresas fora da lista das 1.000 Maiores e Melhores.

1.3 SEIS SIGMA NA ACADEMIA

Mesmo com o grande impacto nas empresas, o Seis Sigma tem suas limitações o que cria oportunidades para pesquisas e contribuições da academia para as empresas (ANTONY, 2004). Também conforme Antony (2008):

...academia can play a critical role in bridging the gap existing between the theory and practice of Six Sigma. It has been observed that very few universities in UK and rest of Europe are engaged in teaching and research on Six Sigma. This needs to be changed in the future so that collaborative Six Sigma projects between the academic and industrial world must be established in both engineering and business school. Six Sigma has made a huge impact on the industrial world, but its impact on the academic community is limited. It will therefore be incumbent on academic fraternity to carry out well-grounded research to explain the phenomena of Six Sigma. The academic world has indeed a crucial role to play to bridge the gap between the theory and practice of Six Sigma and to improve the existing methodology of Six Sigma.

Kumar (2008) repete a opinião de Antony acima, de que o Seis Sigma tem causado um enorme impacto no mundo industrial, porém seu impacto na comunidade acadêmica ainda é limitado sendo então uma incumbência da academia desenvolver pesquisas bem fundamentadas para explicar o fenômeno do sucesso internacional do Seis Sigma. Adicionalmente, conforme Antony (2008), o mundo acadêmico tem o importante papel de preencher a lacuna entre a teoria e a prática e melhorar a metodologia existente do Seis Sigma.

A citação acima é do prof. Antony, um dos maiores pesquisadores do Seis Sigma, tendo já escrito cinco livros e mais de 200 artigos sobre Seis Sigma, TQM e assuntos correlatos, com o qual estamos em contato desde 09 de junho de 2009. A frase toca no âmago deste trabalho. Temos pouca pesquisa sobre o tema no Brasil, quando comparado com a Europa e principalmente com os EUA. Se o Seis Sigma é um programa utilizado pela maioria das grandes empresas do mundo é urgente que ampliemos o estudo desta metodologia visando contribuir para a melhoria das nossas organizações, para que as mesmas possam se equiparar às melhores do mundo.

1.4 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar como o Seis Sigma funciona no Brasil, compará-lo com o funcionamento deste programa em outros países e equacionar como melhorar a execução deste programa de forma a contribuir para a competitividade das nossas empresas. São poucos os trabalhos sobre o Seis Sigma no Brasil e os existentes não focam nos problemas de implantação do programa. Isto realizado mediante a identificação dos pontos positivos e negativos do processo de implantação do Seis Sigma que levem à maximização dos resultados do programa, quando comparados a bons exemplos da literatura internacional.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a avaliação do Seis Sigma pelos praticantes das empresas no Brasil;
- Avaliar quais as práticas de gestão positivas e negativas nas empresas no Brasil;
- Mapear os Fatores Críticos de Sucesso – FCSs, como identificados na literatura nacional e internacional;
- Analisar as concordâncias e discordâncias entre os FCSs no Brasil e no exterior;
- Comparar a Importância atribuída aos FCSs com o que as empresas de fato praticam.

Para chegar aos objetivos específicos foram analisados:

- Em que época foram iniciadas as implantações e qual o atraso em relação às grandes empresas internacionais;
- Se as empresas continuam com o programa Seis Sigma;
- Quais os tipos de empresas que mais estão implantando o Seis Sigma;
- Qual a fase do Seis Sigma em que se encontram as Empresas no Brasil;
- Diferenças dos Fatores Críticos de Sucesso de empresas que iniciaram entre 2000-2004 com as que iniciaram entre 2005-2009;
- Comparação dos FCS na percepção dos diferentes quatro níveis organizacionais pesquisados;
- O que a Análise de Fatores revelou no que diz respeito à sintetização das Práticas e Fatores Críticos em construtos.

1.6 PRODUÇÃO ACADÊMICA RELACIONADA À TESE

No total foram produzidos 11 artigos como fruto do doutorado do autor, sendo que três deles foram submetidos e aceitos, nos seguintes periódicos:

- *International Journal of Production and Productive Management - IJPPM*, classificada pelo Qualis da CAPES como A2 em Administração/Contabilidade e B2 em Engenharias III, com o título *A Survey and key observations about Six Sigma implementation in Brazil* de autoria do autor juntamente com os professores Jiju Antony, da *Strathclyde University*, Herman Augusto Lepikson e Carlos Arthur Mattos Teixeira Cavalcante, ambos do PEI/EP/UFBA .
- *International Journal of Quality & Reliability Management- IJQRM*, classificada como B2 pelo Qualis da CAPES EM Engenharias III, com o título *Six Sigma Critical Success Factors in Brazilian Industries*, de autoria do autor juntamente com os professores Jiju Antony, da *Harriot-Watt University*, Herman Augusto Lepikson do PEI/EP/UFBA e Adriano de Lemos Alves Peixoto do Instituto de Psicologia da UFBA.

- *International Journal of Production and Productive Management – IJPPM* classificada pelo Qualis da CAPES como A2 em Administração/Contabilidade e B2 em Engenharias III, com o título *After 20 Years, what has remained of TQM?*, de autoria de Lis Bernardino, Francisco Teixeira – EA/UFBA, Abel Ribeiro de Jesus, Ava Barbosa, Maurício Lordelo, Herman Lepikson – EP/UFBA.

Os seguintes seis artigos fizeram parte de Congressos/Seminários internacionais:

- *Ten years of TQM and Five years of Six Sigma program in a metallurgical copper plant*, em 2009, de autoria do autor juntamente com Herman Augusto Lepikson, do PEI/EP/UFBA, submetido, aceito, apresentado e publicado nos Anais do *Fifth International Working Conference Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches*, em Belgrado e constante dos Anais *Proceedings, Belgrade: Mechanical Engineering Faculty*, pp. 411-416.
- *Some aspects of the implementation of Six Sigma in companies in Brazil*, submetido, aceito, apresentado e publicado nos Anais do *Third European Research Conference on Continuous Improvement and Lean Six Sigma*, em Glasgow, Escócia, em março de 2011, de autoria do autor juntamente com Jiju Antony, da *Strathclyde University*, Herman Augusto Lepikson, Carlos Arthur Mattos Teixeira Cavalcante e Adonias Magdiel Silva Ferreira, ambos do PEI/EP/UFBA.
- *Impact on the operational efficiency promoted by a six sigma program in a Brazilian petrochemical industry*, submetido, aceito e publicado nos Anais do *Sixth International Working Conference Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches* realizado em Belgrado, em junho de 2011, de autoria do autor dos gerentes da Braskem Irlam R. Aragão e Francisco B. Costa e de Abel Ribeiro de Jesus.
- *Critical Success Factors of Six Sigma in Brazilian Industries*, enviado, aceito, apresentado e publicado nos Anais do *5º International Conference on Lean Six Sigma*, realizado em Edimburgo, Escócia, em junho de 2014, de autoria do autor mais Herman Lepikson e Adriano Peixoto.

- *After 20 years, what has remained of TQM? - a multi case study*, submetido e aceito para apresentação no *8th International Working Conference Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches*, a ser realizado em Belgrado, entre 02 a 05 junho de 2015, de autoria de Lis Lisboa Bernardino, Francisco Lima Cruz Teixeira, Abel Ribeiro de Jesus e o aluno de Iniciação Científica Mauricio de Jesus Lordelo.

- *Is the TQM Outdated? - Four case study*, submetido e aguardando o aceite para apresentação no *XXI International Conference on Industrial Engineering Operations Management - ICIEOM 2015*, a ser realizado entre 06 e 08/julho/2015 em Aveiro, Portugal, de autoria de Lis Lisboa Bernardino, Francisco Lima Cruz Teixeira, Abel Ribeiro de Jesus e o aluno de Iniciação Científica Mauricio de Jesus Lordelo.

Dois artigos foram submetidos e aceitos para apresentações em Congressos/Seminários Nacionais:

- “Fatores Críticos de Sucesso do Seis Sigma na Indústria Brasileira”, submetido, aceito e publicado nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP 2014, do autor e da aluna de Iniciação Científica Daniele Ramos Santos.

- “A Influência da TQM na Gestão Atual das Organizações: um Estudo de Caso de uma Indústria Metalúrgica de Grande Porte”, submetido, aceito e publicado nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP 2014, de Lis Lisboa Bernardino mais Francisco Lima Cruz Teixeira, Abel Ribeiro de Jesus e o aluno de Iniciação Científica Mauricio de Jesus Lordelo.

1.7 DELIMITAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO

Obviamente limitamos o campo de estudo nas empresas que já tinham o programa Seis Sigma. Várias das empresas consultadas tinham programas de qualidade/melhoria contínua,

mas não tinham ainda o Seis Sigma e não foram, portanto, incluídas na pesquisa. O plano inicial era incluir todos os tipos de empresas fossem indústrias, de serviços, ou de transações (assim chamadas por alguns autores quando aplicações do Seis Sigma em vendas e *marketing*, por exemplo). No decorrer do trabalho verificamos que as indústrias são a grande maioria de empresas que estavam implementando o Seis Sigma, ficando assim a pesquisa focada em empresas industriais e, na grande maioria, indústrias de grande porte.

1.8 PONTOS CRÍTICOS/EMPECÍLIOS

O ponto crítico da pesquisa foi conseguir resposta aos questionários uma vez que o Seis Sigma é em geral considerado um programa estratégico e por isto nem todas as empresas se dispõem a fornecer dados sobre o mesmo. Além disto, a dificuldade foi maior ainda pelo fato que pretendíamos conseguir uma quantidade de informação maior do que os que vinham sendo apresentados pelos trabalhos internacionais consultados, isto por sugestão do orientador estrangeiro. Conseguimos cumprir a meta estipulada de 100 respostas em quatro níveis organizacionais o que nos levou um ano de contato intenso com as empresas de todo o país.

1.9 ORGANIZAÇÃO DA TESE

Esta tese foi organizada de modo a obter informações sobre os programas Seis Sigmas das empresas. Como queríamos identificar as práticas do Seis Sigma que possam estar mal implementadas e as que estão funcionando bem, optamos por realizar um levantamento (*survey*) no Brasil, similar a alguns que encontramos em outros países. Projetamos alcançar um número de respostas grande para tornar a pesquisa representativa e poder compará-la com trabalhos correlatos da literatura internacional, que trataram em partes o que foi construído na pesquisa deste trabalho. Esta pesquisa também buscou avaliar a importância dos FCSs pelos respondentes e a avaliação do que as empresas praticam, de modo a podermos comparar a importância com a prática. Com um número maior de respostas foi possível utilizar a Análise Multivariada de forma a se obter construtos¹ tanto para as práticas quanto para os FCSs.

¹ Construto é uma redução/sintetização visando obtenção de conceitos mais gerais, geralmente não mensuráveis, como por exemplo, a inteligência ou a agradabilidade de uma pessoa, quando usado na psicologia. Construto é

Após esta INTRODUÇÃO, o Capítulo 2 apresenta uma REVISÃO DA LITERATURA, seguida do Capítulo 3 onde é apresentada a METODOLOGIA. OS RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO são apresentados no Capítulo 4 e as CONCLUSÕES no Capítulo 5.

Na maioria dos casos utilizaremos o termo Seis Sigma para denominar o tema desta tese, o programa que as empresas implementam às vezes sem mencionar a palavra “programa” (alguns autores utilizam o termo metodologia Seis Sigma ou iniciativa Seis Sigma). Quando utilizarmos o termo 6σ , será para fazer referência à quantidade de defeitos de 3,4 por milhão de oportunidades de erros, que é a meta do programa Seis Sigma. Oportunidades de erros são todas as características de qualidade de uma peça ou produto, pois quaisquer delas pode apresentar um defeito.

um conceito inobservável ou latente que o pesquisador pode definir em termos teóricos mas que não pode ser diretamente medido, ou medido sem erro. Pode ser definido em diversos graus de especificidade, variando de conceitos muito limitados até aqueles mais complexos ou abstratos, como emoções, por exemplo. Um construto não pode ser medido direta e perfeitamente, mas pode ser medido aproximadamente por indicadores múltiplos, conforme explicado por Hair *et al.* (2009, pp. 540)

2 REVISÃO DA LITERATURA

Um breve histórico do Seis Sigma e seus antecedentes foi relatado por Eckes (2001) como segue.

O *boom* da qualidade começou a ser percebido a partir de 1980 quando a NBC produziu um documentário intitulado “If Japan Can, Why Can’t We?” mostrando os sucessos das empresas Japonesas. Na década de 1970 os EUA ainda tinham como prática a inspeção final, que se mostrou tanto não funcionar a contento como tinha um alto custo.

A causa do sucesso Japonês começou a ser identificado nas ações tomadas após a segunda guerra mundial. Em 1945, os EUA concordaram em prover o Japão com assistência para desmilitarizar o país como também simultaneamente reconstruir a base da sua economia.

William Edwards Deming (14 de outubro, 1900 – 20 de Dezembro, 1993) foi um estatístico que trabalhou entre 1930 e 1940 no escritório do *Census* dos EUA. Ele foi um dos muitos profissionais escalados para visitar o Japão e conduzir seminários, primeiramente sobre estatística. Depois de repetidas viagens ao Japão, Deming gradualmente foi alterando sua mensagem para incluir princípios de gestão que várias empresas foram abraçando.

A partir de 1980 os EUA se lançaram nas diversas abordagens de qualidade como o Controle Estatístico de Processos – SPC, o *Total Quality Management* – TQM, o *Just-in-Time* – JIT, *Kaizen* (Melhoria Contínua), o Gerenciamento pelas Diretrizes – GPD (*Hoshin Kanri* ou *Hoshin Planning*), algumas delas que na verdade eram parte do TQM.

Um esforço do Governo Federal dos EUA foi realizado no final da década de 1980 culminando com a implementação do *National Baldrige Award* (inspirado no prêmio Deming Japonês) para premiar as empresas pelos esforços na qualidade.

Porém o sucesso do Prêmio Baldrige começou a se dispersar por três principais razões. Frequentemente a documentação exigida para o prêmio exigia mais trabalho que as atividades desenvolvidas. Segundo, o conceito de um prêmio, embora compatível com o conceito Norte Americano de “vencedor”, deixou muitas organizações com o credo de que a qualidade era um destino a alcançar e isto ocorrido, eles poderiam retornar para a maneira tradicional de gerir seus negócios. Finalmente, nos primeiros anos, muitos vencedores começaram a ser questionados, incluindo pelo menos uma empresa, a *Wallace Company, Inc.* que pediu

proteção contra falência do mesmo Governo que no ano anterior tinha-lhe concedido o Prêmio Baldrige como uma grande empresa.

Enquanto isto, Bill Smith, um engenheiro que trabalhava na Motorola, juntamente com Dr. Mikel Harry, começou a focar nos conceitos de variação de processos de Deming e começou a influenciar a empresa a estudar as variações como uma maneira de melhorar o desempenho. Esta abordagem chamou a atenção do CEO Bob Galvin que transformou esta iniciativa na maneira de fazer negócios da Motorola. Mais importante que o foco na análise das variações foi a ênfase na melhoria contínua, pois a Motorola adotou a meta de 6σ em todas as atividades, equivalendo a um processo produzir próximo de apenas 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, o que beira a perfeição.

Bob Galvin começou a falar do sucesso da melhoria contínua na sua empresa quando Lawrence Bossidy, CEO da AlliedSignal, decidiu implementar a metodologia da Motorola na sua empresa, em 1991, o que fez com grande sucesso.

Bossidy tinha trabalhado na GE com Jack Welch, CEO desta empresa. Sabendo dos resultados da AlliedSign a GE embarcou na nova metodologia obtendo resultados extraordinários contribuindo assim para a explosão do Seis Sigma para outras organizações nos EUA e no mundo. A primeira indústria automobilista a adotar o Seis Sigma foi a Ford em 1999.

No início da década de 1990, Mikel Harry e Richard Schroeder (outro engenheiro da Motorola), fundaram a empresa “Six Sigma Academy” para prestar consultoria sobre Seis Sigma para empresas em geral.

Tradicionalmente, na indústria, era considerado o padrão de qualidade três sigmas (3σ), controlado através da metodologia Controle Estatístico de Processo – CEP (ARNHEITER e MALEYEFF 2005). A Motorola era fabricante de *paggers* e celulares, produtos que são fabricados e vendidos aos milhões de unidades para todo o planeta. Os produtos tornaram-se mais complexos e defeitos tornavam-se comuns, sendo que os consumidores demandavam qualidade cada vez maior. A qualidade tradicional 3σ já não atendia, pois cada produto vendido podia ter uma centena de componentes. Se considerarmos que cada componente pode ter cerca de dez requisitos (composição química, física, comprimento, largura, diâmetro,

rugosidade superficial, etc.), facilmente pode-se chegar à casa dos 1.000 requisitos por aparelho, cada um deles possível de apresentar defeitos.

As vantagens do foco no Seis Sigma aparecem no Quadro 1 que mostra as diferenças entre processos $3,8\sigma$ (padrão usual das melhores empresas) e 6σ . Além disso, os benefícios resultantes de se alcançar o padrão 6σ podem ser traduzidos do nível da qualidade para a linguagem financeira, conforme mostra a Tabela 1.

99% Bom/Conforme (3,8 Sigma)	99,99966% conforme (Seis Sigma)
20.000 artigos perdidos de correio por hora	7 artigos perdidos de correio por hora
2 aterrissagens curtas ou longas nos principais aeroportos todos os dias	1 aterrissagem curta ou longa nos principais aeroportos a cada cinco anos
200.000 prescrições de medicamentos incorretos por ano	68 prescrições de medicamentos incorretos por ano
11,8 milhões de ações indevidamente negociadas na NYSE todo dia	4.021 de ações indevidamente negociadas na NYSE todo dia
7 horas de falta de energia elétrica por mês	1 hora de falta de energia elétrica a cada 34 anos
5.000 operações cirúrgicas incorretas por semana	1,7 operação cirúrgica incorreta por semana
3 pedidos de garantia para cada automóvel novo	1 pedido de garantia para cada 980 automóveis novos
3.000 cartas extraviadas para cada 300.000 cartas postadas	1 carta extraviada para cada 300.000 cartas postadas
48.000 a 96.000 mortes atribuídas a erros hospitalares todo ano	17 a 34 mortes atribuídas a erros hospitalares todo ano
15 minutos de fornecimento de água não potável por dia	1 minuto de fornecimento de água não potável a cada sete meses

Quadro 1 - Comparação entre o padrão atual das boas empresas ($3,8\sigma$) com o Seis Sigma

Fonte: Gygi et al, 2005.

Tabela 1 - Tradução do nível da qualidade para as linguagens técnica e financeira

Nível de qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Custo da não qualidade (% do faturamento da empresa)
Dois sigma	308.537	Não se aplica
Três sigma	66.807	25 a 40%
Quatro sigma	6.210	15 a 25%
Cinco sigma	233	5 a 15%
Seis sigma	3,4	< 1%

Fonte: Grupo Werkema (web)

Até agora foram identificadas três gerações de Seis Sigma. A primeira, entre 1987-1994 (oito anos) tinha o foco na redução de defeitos, sendo a Motorola um grande exemplo. A segunda geração, entre 1994 a 2000, teve como foco a redução de custos, sendo bons exemplos a General Electric, Du Pont e a Honeywell. O foco da terceira geração é a criação de valor para os clientes e para a empresa em si. As primeiras empresas a abraçarem a terceira geração incluem Posco e Samsung, dentre outras. A terceira geração de Seis Sigma introduziu o conceito do praticante Seis Sigma *White Belt* e *Design for Six Sigma* (DFSS). A principal diferença entre um *White Belt* e os *GBs*, *BBs* e *MBBs* é que os problemas abordados por um *White Belt* são mais localizados (problemas departamentais, em vez de problemas interdepartamentais). O papel dos profissionais envolvidos com o programa Seis Sigma está mais detalhado no item 2.4. O treinamento de *White Belt* é menor, facilitando inclusive a implementação nas PMEs. A terceira geração do Seis Sigma trata mais agressivamente da qualidade comercial e dos serviços, transações e qualidade dos sistemas, incluindo os prazos de entrega de serviços, tempo de espera para o cliente receber os serviços, questões da cadeia logística e abastecimento, etc. Faz parte também da terceira geração mais aplicações do Seis Sigma para prevenir defeitos ou falhas na fonte isto é, no estágio do projeto, o que é referido como *Design for Six Sigma* (DFSS) (Harry e Crawford, 2005 *apud* Antony, 2007).

2.1 O QUE É O PROGRAMA SEIS SIGMA

O Seis Sigma tem raízes na Gestão pela Qualidade Total – GQT (*Total Quality Control – TQC* ou *Total Quality Management – TQM*) utilizando os conceitos de que a qualidade é de responsabilidade de todos, foco na satisfação dos clientes, significativo investimento na educação e treinamento em estatística, análise de causa raiz, e metodologias de solução de problemas. O Seis Sigma é uma metodologia potente que reúne o melhor das ferramentas gerenciais modernas como (BENDEL, 2006):

- um pacote ousado/agressivo de ingredientes corretos, pois os participantes do programa já vão para o treinamento com um problema a ser resolvido, com o ganho previsto para o lucro líquido;
- conceito de projeto-a-projeto de Juran (2000) e uma infraestrutura de projetos, todos levando a um valor quantificável de retorno pelo investimento feito nas melhorias (payback). A infraestrutura de projetos consta de uma estrutura organizacional paralela à estrutura da empresa. São escolhidos profissionais adequados para solução de problemas complexos, chamados de Black Belts – BBs, Green Belts – GB e Master Black Belts – MBBs. Estas denominações foram extraídas da similaridade das artes marciais.
- Medições de custo antes e depois da implementação das soluções geradas no projeto Seis Sigma;
- Utilização de cerca de uma centena de ferramentas, ou famílias de ferramentas entre elas (Bendell, 2006):
 - as conhecidas 7 ferramentas da qualidade (Análise de Pareto; Diagramas de Causa e Efeito (Espinha de Peixe); Diagramas de Dispersão; Histogramas; Cartas de Controle de Processos; Folhas de Verificação);
 - as 7 ferramentas do planejamento (Diagrama de Afinidades; Diagrama de Relações; Diagrama de Árvore; Diagrama de Matrizes; Diagrama de Matriz de Priorização; Diagrama de Processo Decisório; e Diagrama de Setas)
 - CEP,
 - repetitividade,
 - reprodutibilidade,
 - amostragem,
 - ANOVA,
 - análise de regressão,
 - planejamento de experimentos,

- otimização de processos,
- análise multivariada,
- inspeção por amostragem,
- confiabilidade FMEA/FTA (Werkema, 2000);
- mapa de raciocínio (*roadmap*),
- avaliação do sistema de medição, gráfico sequencial, análise de conglomerados,
- técnicas estatísticas de previsão,
- mapas de processos,
- *brainstorming*,
- testes de hipóteses,
- análise de tempo de falha e testes de vida acelerados,
- análise de variações, quantificação e priorização de processos, testes na operação e otimização de resposta,
- pesquisa operacional,
- pesquisa de mercado,
- planos de ação (3W; 5W1H; 5W2H),
- diagrama de barras PDPC, PERT/CPM, dentre outros (INDG, apostila *Green Belt*, 2001).
- O Seis Sigma foi possível pelo advento do computador que possibilitou o uso de softwares poderosos de estatística que oferecem muitas das ferramentas estatísticas citadas para uso de forma amigável e ágil como o MINITAB e o SPSS, por exemplo, que incluem:
 - Estatística Básica e Avançada,
 - Regressão
 - ANOVA,
 - Séries Temporais,
 - Simulações e Distribuições,
 - Importação, Exportação e Manipulação de Dados Flexíveis,
 - Controle Estatístico de Processos (CEP),
 - Planejamento de Experimentos (DOE),
 - Análise de Confiabilidade,
 - Análise Multivariada,
 - Tamanho de Amostra e Cálculos de Potência,
 - Macrolinguagem Possante.
- Utilização do método DMAIC – Define, Measure, Analyse, Implement, Control, significando Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar. O Seis Sigma dispõe de um *Road Map* (Mapa da Estrada na tradução literal, ou Mapa de



Raciocínio, como mais comumente usado no Brasil), constando de um fluxograma contendo etapas que guia o profissional nos passos para resolver os problemas e quais ferramentas estatísticas utilizar a cada passo. Os praticantes seguem estas etapas usando o método DMAIC, complementando com as ferramentas que venham a ser necessárias para a solução dos problemas. A Tabela 2 apresenta as Técnicas e Ferramentas mais usadas em cada fase da solução de problemas do Seis Sigma, fruto de uma pesquisa tipo *survey* com 78 respostas de empresas (Satolo *et al.*, 2009).

Tabela 2 - Relação das ferramentas e técnicas utilizadas nas etapas do método DMAIC

TÉCNICAS E FERRAMENTAS	Etapa do método DMAIC						Ranking
	Definir	Medir	Analisar	Melhorar	Controlar	Todas	
Técnicas de Coleta de Dados	55,13	89,74	46,15	34,62	34,62	52,05	1
Histograma	33,33	74,36	67,95	28,21	37,18	48,21	2
Diagrama de Pareto	57,69	64,1	64,1	25,64	26,92	47,69	3
<i>Brainstorming</i>	65,38	38,46	61,54	44,87	17,95	45,64	4
Carta de Controle	19,23	50	50	29,49	75,64	44,87	5
Índices de Capacidade	26,92	57,69	47,44	39,74	48,72	44,10	6
Fluxograma	60,26	51,28	46,15	34,62	20,51	42,56	7
Mapa de Processo	55,13	46,15	50	34,62	16,67	40,51	8
Aval. Sist.Medição/Inspeção	14,1	83,33	38,46	33,33	25,64	38,97	9
Controle Estatístico de Processo	15,38	41,03	37,18	28,21	70,51	38,46	10
Mapeamento do Processo	55,13	46,15	34,62	34,62	17,95	37,69	11
FMEA	19,23	32,05	57,69	50	28,21	37,44	12
Mensuração de Defesa	23,08	61,54	25,64	24,36	30,77	33,08	13
Mapa de Raciocínio	37,18	35,9	30,77	30,77	25,64	32,05	14
Diagrama de Causa e Efeito	25,64	38,46	70,51	23,08	2,56	32,05	15
Análise Econômica	60,26	19,23	34,62	23,08	21,79	31,80	16
Técnicas de Amostragem	12,82	66,67	32,05	19,23	25,64	31,28	17
<i>Boxplot</i>	19,23	43,59	62,82	19,23	7,69	30,51	18
Análise do Tempo de Ciclo	23,08	43,59	48,72	17,95	16,67	30,00	19
Análise de Variância	8,97	28,21	75,64	23,08	8,97	28,97	20
Voz do Cliente	65,38	23,08	19,23	15,38	20,51	28,72	21
Folha de Verificação	12,82	48,72	26,92	17,95	37,18	28,72	22
Estratificação	35,9	46,15	44,87	11,54	2,56	28,20	23
Análise de Causa Raiz	25,64	24,36	74,36	8,97	3,85	27,44	24
Teste de Hipóteses	0	14,1	71,79	33,33	11,54	26,15	25
Diagrama de Dispersão	6,41	30,77	69,23	14,1	7,69	25,64	26
Planejamento de Experimentos	2,56	8,97	50	56,41	6,41	24,87	27
Análise de Regressão	6,41	16,67	79,49	15,38	3,85	24,36	28
5W2H	24,36	19,23	26,92	34,62	16,67	24,36	29
Gráfico Sequencial	23,08	43,59	25,64	10,26	19,23	24,36	30
Poka-Yoke	5,13	3,85	8,97	50	51,28	23,85	31
Procedimento Operacional Padrão	7,69	8,97	12,82	42,31	44,87	23,33	32
Mariz de Priorização	24,36	25,64	32,05	30,77	2,56	23,08	33
QFD	37,18	24,36	26,92	15,38	5,13	21,79	34
Diagrama de Árvore	25,64	21,79	42,31	11,54	2,56	20,77	35
<i>Project Charter</i>	61,54	7,69	7,69	10,26	14,1	20,26	36
SIPOC	61,54	16,67	7,69	2,56	3,85	18,46	37
Análise de Tempo de Falhas	8,97	25,64	43,59	7,69	5,13	18,20	38
Simulação	1,28	8,97	26,92	47,44	6,41	18,20	39
Diagrama de Gantt	25,64	16,67	17,95	20,51	8,97	17,95	40
Mapa de Produto	25,64	23,08	19,23	15,38	5,13	17,69	41

Tabela 2 (continuação) - Relação das ferramentas e técnicas utilizadas nas etapas do método DMAIC

TÉCNICAS E FERRAMENTAS	Etapa do método DMAIC (Continuação)						Ran-king
	Definir	Medir	Analisar	Melhorar	Controlar	Todas	
Análise Multivariada	5,13	12,82	51,28	10,26	1,28	16,15	42
Diagrama de Relações	6,41	17,95	35,9	12,82	3,85	15,39	43
Diagrama de Afinidades	12,82	15,38	33,33	8,97	2,56	14,61	44
Técnicas Estat. de Prev. Série Temporais	7,69	12,82	26,92	11,54	14,1	14,61	45
Relatório de Anomalias	10,26	14,1	12,82	16,67	19,23	14,62	46
Carta Multi-Van	3,85	10,26	32,05	10,26	10,26	13,34	47
Diagrama de Matriz	8,97	19,23	24,36	12,82	0	13,08	48
<i>Stakeholder Analysis</i>	29,49	7,69	6,41	8,97	3,85	11,28	49
Teste de Vida Acelerada	0	11,54	25,64	10,26	5,13	10,51	50
FTA	2,56	6,41	30,77	7,69	3,85	10,26	51
<i>Stakeholder</i>	29,49	6,41	1,28	6,41	3,85	9,49	52
Teste de Mercado	5,13	11,54	14,1	11,54	5,13	9,49	53
PERT/COM	8,97	8,97	3,85	14,1	2,56	7,69	54
Teste de Operação	2,56	5,13	14,1	14,1	2,56	7,69	55
Operação Evolutiva	2,56	5,13	11,54	15,38	2,56	7,43	56
PDPC	3,85	7,69	6,41	10,26	1,28	5,90	57
OCAP	0	3,85	5,13	5,13	12,82	5,39	58

Legenda		Dez técnicas e ferramentas mais utilizadas nas etapas do método DMAIC
		Dez técnicas e ferramentas menos utilizadas nas etapas do método DMAIC

Fonte: Satolo *et al.*, 2009.

- Abordagem inovadora de treinamento, pois o projeto é escolhido antes do treinamento, levando consigo uma meta de ganho financeiro e data de conclusão, contrariamente ao treinamento utilizado em geral nas empresas e mesmo no TQM, nos quais eram dados treinamentos sem um compromisso dos treinandos com resultados;
- Demonstração de ganhos/*payback* confirmados pela contabilidade ou gerência de controle;
- Treinamento padronizado para os *Black Belts* - BB de 20 dias podendo ser intercalados em partes de uma semana por mês cada uma;
- Treinamento de *Green Belts* - GB de 10 a 15 dias conforme alguns e 5 dias conforme outras consultorias;

- Acompanhamento da resolução dos problemas por *Master Black Belts* – MBB, que são especialistas encarregados de orientar os “candidatos” a BB ou GB. Candidatos são os profissionais treinados para participar do programa Seis Sigma. São assim chamados porque eles recebem o treinamento, mas só recebem o certificado de *Green Belt* ou *Black Belt* quando após quatro a seis meses (às vezes até um a dois anos) eles concluem o projeto, alcançam resultados financeiros e assim recebem o diploma.
- Definição de um “Champion” para cada projeto, normalmente a pessoa responsável pela área na qual estará sendo desenvolvido o projeto, ficando assim muito claras as responsabilidades e autoridades. O “Champion” contribui para o andamento do projeto fornecendo recursos, facilitando apoios pelas pessoas da sua área de responsabilidade, resolve conflitos, etc.

Estudos internacionais sobre o Seis Sigma, como os de Antony e Bannuelas (2002), apontam fatores para uma boa aplicação deste programa o Comprometimento da alta administração, a Habilidade de gerenciamento de projetos, a Priorização e seleção de projetos, as Revisões da documentação, o Foco no cliente, o Alinhamento à estratégia do negócio, o Treinamento, o Entendimento da metodologia Seis Sigma e a utilização das ferramentas estatísticas. Pinto, Carvalho e Ho (2006) apontam a Escassez de recursos financeiros, a Infraestrutura organizacional, o Treinamento. Henderson (2000) chama atenção para as Ferramentas utilizadas e o *Link* para ações baseadas em RH, isto é a ligação do programa com as práticas do RH da empresa.

O Seis Sigma pode ser definido em termos estatísticos e em termos de negócios, conforme segue.

2.2 SEIS SIGMA EM TERMOS ESTATÍSTICOS

Em termos estatísticos, Seis Sigma significa 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO). Sigma (σ) é a representação do desvio padrão, é o termo usado na indústria para representar a variação em torno da média de um processo.

O programa Controle Estatístico do Processo – CEP, que surgiu bem antes do Seis Sigma, tem como qualidade almejada a obtenção de 3σ . A qualidade 3σ representa 99,7% de componentes de conformidade com as tolerâncias especificadas, em um processo centrado, significando que 0,3% das partes estarão não conformes – NC. Isto significa que haverá cerca de 3.000 partes não conformes por milhão – NCPPM. Para produtos com 1.000 requisitos de qualidade, a distribuição binomial da probabilidade pode ser calculada elevando a probabilidade de produtos bons — 0,997 — à potência de 1000 ($0,997^{1000} = 0,04956 \approx 0,05$). Isto resulta que somente 5% dos produtos estarão livres de defeitos, o que é algo inaceitável, principalmente em indústria com grande número de Oportunidades de Defeitos – ODD, como automóveis, máquinas, aeronáuticos, computadores, médicos e outros, cujos defeitos podem causar grandes danos (Devore, 2000). Os computadores não funcionariam caso seus componentes tivessem qualidade 3σ (Pyzdek, 2000). Empresas que manufacturam produtos menos complexos, mas que os vendem em enormes quantidades também necessitam estar focadas em atingir qualidade superior. A qualidade 6σ almeja então uma quantidade de 3,4 partes não conformes por milhão, contra 3.000 que era a meta dos processos anteriores, baseados no CEP tradicional.

2.3 SEIS SIGMA EM TERMOS DE NEGÓCIOS

Em termos de negócios, o Seis Sigma é uma estratégia usada para melhorar a rentabilidade eliminando desperdícios, reduzindo os custos de má qualidade e melhorando a eficácia e a eficiência de todas as operações para atender ou exceder as necessidades e expectativas dos clientes (Coronado e Antony, 2002).

A inovação do Seis Sigma foi promover um maior foco em resultados finais, reduzindo sistematicamente a variação nos processos (Antony, 2009). Esta abordagem ganhou enorme popularidade no mundo dos negócios, pois é um poderoso programa para melhorar o desempenho das empresas (HENDERSON e EVANS, 2000). O Seis Sigma cresceu a partir da redução de defeitos em um processo organizacional - produtos e serviços, para se tornar uma estratégia de negócios que se concentra em melhorar o entendimento das necessidades do cliente, a produtividade empresarial e o desempenho financeiro (Tjahjono *et al.*, 2010). Sua força está em seu foco nos resultados financeiros e na qualidade.

2.4 COMO FUNCIONA O SEIS SIGMA

O Seis Sigma utiliza dois métodos: o *Design for Six Sigma (DFSS)*, usado quando é necessário desenvolver um novo produto ou processo ou adaptar um produto que foi fabricado em outro país para as necessidades de um novo mercado. O outro método é o *DMAIC*, que é dividido em cinco etapas básicas ou estágios (*Define, Measure, Analyse, Implement, Control* - Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) para obter um desempenho Seis Sigma em um processo, uma divisão ou em uma empresa. Cada fase usa ferramentas estatísticas e de gestão; 66 dessas ferramentas foram identificadas por Chakraborty e Tan (2006) e até 140 por outros autores (Bendell, 2006).

A infraestrutura para a implementação do Seis Sigma consiste na seleção e treinamento de profissionais que são chamados de *Green Belts - GBs*, *Black Belts - BBs* e *Master Black Belts - MBBs*, cada um dos quais recebe diferentes cargas de treinamento. A mais encontrada é uma carga de uma semana de treinamento para os *GBs* e de quatro semanas para os *BBs*, sendo comum que essas quatro semanas sejam realizadas uma semana por mês, perfazendo um total de quatro meses. Nos intervalos entre estas semanas os candidatos a *BBs* se concentram em resolver os problemas que lhes foram atribuídos antes do início do curso. Os *BBs* coordenam os projetos e são assistidos pelo *GBs*. Os *MBBs* são *BBs* que já resolveram muitos projetos e que, como *MBBs*, oferecem treinamento e orientação para os *BBs* e *GBs*. Modernamente foram criados também cursos de *Yellow Belt-YB* e *White Belt-WB*. São cursos mais rápidos. O *White Belt* de um dia tem como objetivo treinar as chefias e o *Yellow Belt*, de dois dias, visa treinar toda a força de trabalho da empresa nos princípios do Seis Sigma.

De acordo com a *American Society for Quality – ASQ* (2014) as atribuições dos *Belts* são:

Black Belt: Lidera projetos de resolução de problemas. Treina e monitora os projetos das equipes.

Green Belt: Auxilia na coleta de dados e análise de projetos *Black Belt*. Lidera projetos *Green Belt* ou equipes.

Master Black Belt: Treina e monitora os *Black Belts* e *Green Belts*. Funciona mais no nível do programa Seis Sigma, desenvolvendo métricas-chave e a direção estratégica do programa. Atua como especialista no Seis Sigma de uma organização e consultor interno.

Yellow Belt: Participa como membro da equipe do projeto. Faz revisões das melhorias dos processos que suportam os projetos Seis Sigma.

White Belt: Pode trabalhar em equipes de resolução de problemas locais que apoiam projetos globais, mas não pode ser parte de uma equipe de projeto Seis Sigma. Compreende conceitos básicos do Seis Sigma.

Champions são os Gerentes das áreas prioritárias onde serão desenvolvidos os projetos Seis Sigma.

O recomendado na literatura internacional (Pulakman *and* Voges, 2010) é que a empresa tenha um *BB* para cada 100 empregados e um *GB* para cada 20 empregados, bem como um *MBB* para cada 1000; sendo possível que 100% dos empregados sejam treinados em *WB*. Os *YBs* podem ser as chefias das áreas onde serão desenvolvidos os projetos Seis Sigma.

2.5 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO – FCSs

FCSs estão entre os poucos aspectos que devem ser bem executados para garantir o sucesso de um processo, projeto, empresa (BROTHERTON e SHAW, 1996). FCS é o termo para um elemento que é necessário para uma organização ou projeto para atingir sua missão. Como definido também por Griffin (1995):

FCS é definido como “...o número limitado de áreas nas quais os resultados, se forem satisfatórios, irão garantir uma performance de sucesso competitivo...” (ROCKART, 1979, p 91.). Eles foram propostos pela primeira vez por Daniel, em 1961, como um meio de classificar as necessidades de informações críticas dos gestores, mas é geralmente considerado que Rockart popularizou a abordagem FCSs na área de sistemas de informações gerenciais.

ROCKART (1979) divulgou o conceito de FCS, inserindo-o na hierarquia das ferramentas de gestão. Fatores críticos de sucesso são pontos-chave que, quando bem executados, definem e garantem o desenvolvimento e o crescimento de uma empresa e seu negócio, atingindo seus objetivos. Em contrapartida, quando estes mesmos fatores são negligenciados ou ignorados, contribuem e muito para o fracasso da organização. Os fatores críticos de sucesso devem e precisam ser encontrados através de um estudo aprofundado dos próprios objetivos da empresa, derivando de sua missão, sua visão e seus valores, tornando-se referências

obrigatórias e fundamentais para que a empresa sobreviva, seja competitiva e tenha sucesso, seja qual for o segmento. Ademais, fatores críticos de sucesso também ajudam os gestores a definir as principais diretrizes para a implementação do controle de processos no cotidiano e no modelo de administração das empresas.

Jenster (1987) estudou e concluiu que as empresas que utilizam FCSs receberam um maior retorno sobre o patrimônio líquido quando comparado com empresas que não empregam a metodologia dos FCSs (GRIFFIN, 1995).

Diversos autores estudaram os FCSs necessários ao Seis Sigma, que veremos mais adiante, no contexto do desenvolvimento deste trabalho, já que estes FCSs específicos serão importantes para qualificar e quantificar os resultados obtidos.

2.6 RESULTADOS DO SEIS SIGMA

O programa Seis Sigma tem sido aplicado em muitas empresas com grande sucesso e foi adotado no sistema de gestão estratégico dessas empresas. Uma pesquisa nos EUA com 2.870 respostas avaliou quais os sistemas de gestão da qualidade que proporcionam os melhores resultados. No total, 53,6% dos entrevistados indicaram Seis Sigma como resposta. Mapeamento de Processos ficou em segundo lugar com 35,3%, *Lean* foi relatado por 26,3%, ISO 9001 por 21% e TQM 10,3% (Dusharme, 2006). Chamamos a atenção que o mapeamento de processos não é um sistema de gestão, mas como uma prática, uma ferramenta, que até faz parte do Seis Sigma.

O Seis Sigma foi considerado pelo CEO da GE como a mais importante iniciativa jamais tomada pela empresa (WELCH e BYRNE, 2001). Em várias empresas o Seis Sigma possibilitou ganhos extraordinários como na Allied Signal que em cinco anos reduziu o custo de manufatura em mais de um bilhão de dólares; a GE que em quatro anos obteve ganhos na empresa acima de um bilhão de dólares (ANTONY e BANUELAS, 2002). A Motorola teve, em sete anos, o nível de defeitos nos processos reduzido pelo fator 200, uma redução dos custos de manufatura em 1,4 bilhão de dólares, uma redução do custo nos processos de não manufatura de 5,4 bilhões de dólares e uma melhoria do valor das ações dos acionistas em quatro vezes (ANTONY e BANUELAS, 2002; KUMAR, 2008).

Em outros casos o Seis Sigma não teve resultados esperados, como em uma grande empresa siderúrgica onde o programa foi descontinuado com a crise de 2008, e em uma grande empresa metalúrgica, onde o Seis Sigma teve sucesso nos anos iniciais, mas também não teve continuidade, tendo o autor participado diretamente da implantação do mesmo nesta empresa (JESUS, 2009).

2.7 QUESTIONAMENTOS EM RELAÇÃO AO SEIS SIGMA

Há questionamentos em relação ao Seis Sigma por diversos autores, conforme segue. Assinalamos a opinião dos mesmos e fazemos algumas observações de concordância ou discordância, quando julgado necessário.

Antony (2004) observa que o programa Seis Sigma pode não funcionar bem por não ter dados de qualidade disponíveis para bem desenvolver os projetos; pela escolha inadequada dos projetos e por erros na priorização dos mesmos. Também não ajudam os procedimentos não padronizados do processo de certificação de faixas-pretas (*Black Belts*); a dificuldade dos cálculos de taxas de defeito para situações não normais e o significativo investimento para o arranque de um programa Seis Sigma em uma cultura corporativa.

Mitra (2004) considera crítica a necessidade de profissionais nos negócios, indústria e governo que sejam tecnicamente competentes e treinados nas filosofias e ferramentas de melhoria da qualidade; que é necessária uma abordagem que enfatiza o pensamento estatístico; que um processo deve ser controlado antes da sua capacidade² (Cpk) poder ser estimada para então ser aplicado o Seis Sigma.

Dusharme (2006) acha que o Seis Sigma precisa ser aplicado em projeto de produtos mediante a aplicação do método *Design for Six Sigma* - DFSS, pois sem este não é possível obter a qualidade 6σ de 3,4 DPMO.

Existem autores, como Senapati (2004), que considera o Seis Sigma como apenas uma conjunção de conceitos e ferramentas existentes como o CEP com roupa nova. Não

² O Cpk é um índice de capacidade de um processo. Ele aponta se o processo está fabricando produtos dentro de uma faixa de especificação, dentro de uma normalidade. O CEP utiliza o Cpk, cuja meta é a qualidade 3σ . O Seis Sigma busca a qualidade 6σ . O que Mitra quis dizer é que, antes do Seis Sigma, há que buscar a capacidade, que é baseada no 3σ .

concordamos integralmente, pois o Seis Sigma de fato incorpora novidades muitas vezes mais focadas e ousadas que o CEP, como a infraestrutura organizacional (*Black Belts, Green Belts, etc.*) especial criada exclusivamente para o programa. Também apresenta novidades na escolha dos problemas a serem solucionados antes do treinamento dos participantes do programa, a meta clara de ter 3,4 DPMO, o foco em resultados financeiros, dentre outros que não constam da metodologia do CEP.

Outros autores, ao contrário, defendem o Seis Sigma como algo novo, evoluído do TQM mas com diferenças grandes. Pyzdec (2001), por exemplo, explicita existirem diferenças fundamentais entre estas duas metodologias de melhoria contínua como o fato do Seis Sigma ter sido desenvolvido pelos mais graduados *CEOs (Chief Executive Officers)* como da Motorola – (GALVIN, 1988), da Allied Signal – (BOSSIDY, 2002) ou da GE (WELCH, 2001 e 2003); focar nos assuntos críticos do negócio como custos, ciclo de tempo e outros e não só na qualidade; não criação de departamentos de qualidade que acabaram segregando demais os especialistas que concorriam em orçamento com outros departamentos, fazendo com que raramente estes fizessem esforços por si sós; definição clara da meta de qualidade – 6σ nos projetos específicos; desenvolvimento de uma infraestrutura para liberar recursos para o Seis Sigma; treinamento focado no uso (os treinandos só recebem os certificados após colocação em prática) para atingir resultados tangíveis, em vez de na teoria; descartou algumas ferramentas da qualidade esotéricas (em algumas empresas o órgão de RH trouxe palestras até de religiosos!) e ignorou “selos”, como ISO 9000 e o Prêmio *Malcolm Baldrige National Quality Award*, que contribuem para dispersar e afastar a empresa da busca efetiva dos resultados.

Adan e Lafferty (2004) consideram o Seis Sigma e o TQM consanguíneos, sendo o Seis Sigma mais mecanicista, uma evolução do lado *hard* do TQM (análise estatística), ignorando fatores orgânicos e humano do TQM, como *empowerment*, comunicação e reconhecimento.

Outros autores, como Folaron (2003), reconhecem pontos positivos do Seis Sigma e TQM, mas alerta para o prognóstico de ISHIKAWA (1985), que chama a atenção para a *overdose* em métodos estatísticos sofisticados que podem meter medo e fazer as pessoas desgostarem do controle da qualidade por considerarem como algo muito difícil.

Senapati (2004) também menciona *overdose* chegando a cunhar o termo “Sick” Sigma. Menciona também que os fundadores do Seis Sigma, Mikel Harry e Richard Schroeder (1998 e 2000) desenvolveram uma consultoria que cobra algo como um milhão de dólares por cliente corporativo e que Deming (1982) já criticava a mania de imitação do mundo corporativo no que diz respeito às práticas da qualidade, causando resultados desastrosos ao quererem imitar a elite das empresas Seis Sigma. Senapati chama a atenção da crítica de Deming de que muitas empresas nos EUA aplicavam os programas de melhoria contínua copiando o que outras fizeram, como um modismo, o que várias vezes não deu certo.

Folaron, (2003) defende ainda que o Seis Sigma não se aplica indistintamente a todas as empresas por ser caro e demorado, que o Seis Sigma se desenvolverá muito nos próximos anos, mas que outras empresas podem utilizar outras metodologias mais simples. Senapati (2004), vai pelo mesmo caminho defendendo o uso do *kaizen* em vez do Seis Sigma ou outros pacotes de ferramentas de custo mais baixo.

Assim como Adan e Lafferty (2004) acima mencionados, Bendell (2006) considera uma limitação do Seis Sigma o uso exagerado da estatística, que utiliza mais o lado esquerdo do cérebro ficando carente o uso do lado direito do cérebro principalmente nas fases Define, Improve e na Transferência do Conhecimento, que envolve inovação e criatividade – atributos do lado direito do cérebro. Sugere um adicional T de Transfer (transferir) no método DMAIC utilizado no Seis Sigma. Considera também a falta de uma abordagem nas Pessoas como o desenvolvimento do Lean no Japão, em vez da abordagem desenvolvida nos EUA.

A limitação colocada por Bendell (2006) diz respeito a que o Seis Sigma utiliza uma carga pesada de análises e estatísticas, o que leva tempo, e, enquanto isto, por exemplo, podem estar ocorrendo situações nos processos que as pessoas que nele trabalham poderiam estar atuando, o que de fato ocorre. Por este motivo que a tendência hoje é a utilização do Lean Seis Sigma, em vez do Seis Sigma somente. Como o Lean atua justamente eliminando perdas de uma forma mais abrangente e sem precisar de muitas análises (usando o lado direito do cérebro dos operadores, a intuição, etc.) esta limitação foi sobrepujada com a junção do Lean com o Seis Sigma, formando a metodologia Lean Seis Sigma que é a mais empregada atualmente em todo o mundo. O Lean atua eliminando as perdas entre as operações (desperdícios de

percursos, de logística, etc.) e o Seis Sigma atua eliminando os defeitos das operações de modo que uma peça seja fabricada com menor quantidade de defeitos.

Bendel (2006) considera também uma desvantagem o fato de o centro da maioria dos Projetos Seis Sigma ser na redução de custo e não em satisfação dos clientes, pois, mesmo sendo o custo algo importante, há que ver se estão sendo fornecidos produtos e serviços corretos para os clientes. E que mesmo o centro sendo no Lucro, que pode ser um indicador melhor que o custo, pode ser inadequado caso não seja considerada a qualidade e satisfação dos clientes. Cita também a complexidade exagerada de técnicas e análises, algo que é desnecessário aplicar em todos os projetos de melhoria.

Senapati (2004) defende que o Seis Sigma é por demais focado, falhando nos intentos mais amplos contidos no TQM, como uma abordagem mais leve de solução de problemas, treinamento comportamental, investimento nas pessoas e em uma nova e diferente cultura organizacional. Concordamos com Senapati, achamos o TQM muito mais amplo, pois abrange o Gerenciamento da Rotina, Gerenciamento pelas Diretrizes, o 5S, o CCQ, o Gerenciamento do Crescimento do Ser Humano, etc. Mas a abordagem mais leve do TQM acabou ficando dispersa em muitas das aplicações desta metodologia nas empresas e acabou se perdendo em muitos casos. O Seis Sigma, sendo muito mais focado e tendo excluído tudo o que não mirava os resultados mensuráveis acabou sendo mais eficaz. Não impedindo isto de serem verdadeiras as críticas de ser um programa muito hard, difícil de implementar e que não pode ser aplicado em todas as situações nem em todas as empresas.

Conforme Adan e Lafferty (2004), o RH das empresas (departamento de Recursos Humanos) entrou tarde no programa Seis Sigma com iniciativas de criatividade e inovação inconsistentes com o Seis Sigma, que contribuíram para desviar o foco da melhoria dos resultados mensuráveis para programas genéricos mais *softs*. Verificamos serem verdadeiras estas iniciativas pois, enquanto a empresa onde trabalhamos implementava o Seis Sigma, algumas outras iniciativas foram tomadas pela empresa que concorreram com o Seis Sigma como um programa de melhoria dos relacionamentos, separado do programa Seis Sigma, que melhorou os relacionamentos da empresa como um todo, mas contribuiu para tirar o foco da solução dos problemas maiores da empresa e conseqüentemente dos resultados financeiros (JESUS, 2009).

Weeks (2011) critica o Seis Sigma pela falta de uso da incorporação da Tecnologia da Informação –TI, pois as empresas hoje muito utilizam a TI e o Seis Sigma fica como que um programa separado; a elitização do mesmo, pois apenas algumas pessoas são encarregadas das melhorias dos processos; e que o Seis Sigma possibilita melhorias incrementais em vez de mudanças radicais. Critica também que o Seis Sigma não se encaixa bem com a inovação, citando, por exemplo, que a 3M reduziu seu programa Seis Sigma porque estava prejudicando a criatividade.

Davenport (2008) defende que as empresas precisam de uma combinação de ferramentas e abordagens e não se basearem em um único programa Seis Sigma.

Assim como outros autores citados anteriormente, Dusharme (2001) defende que o Seis Sigma não resolve todos os problemas e, portanto, não deve ser aplicado em todas as situações. Cita que o Seis Sigma também pode não conduzir aos resultados desejados por estar sendo executado pela média gerência, em vez da alta administração. E por ser muitas vezes considerado como um conjunto de ferramentas, tais como controle de qualidade, como também apenas como um método para reduzir os custos. Aqui Dusharme (2001) cita que o Seis Sigma não pode ser aplicado em todas as situações, o que concordamos, pois nem todos os produtos necessitam de fato de uma qualidade 6σ . Somente produtos produzidos aos milhões de unidades requerem isto, pois normalmente são vendidos no mundo todo. A manutenção, a garantia e a má fama de um produto que dá muitos defeitos pode ser fatal para uma empresa hoje em dia. Cita também do Seis Sigma estar sendo executado pela média gerência o que pode mesmo ocorrer em muitas empresas, o que não é o ideal, pois o Seis Sigma é para atacar problemas estratégicos das empresas e serem acompanhados pela alta administração. Quanto aos projetos Seis Sigma serem mais de redução de custo, isto ocorre como por exemplo no Brasil. Detectamos que muitos dos projetos são de fato para redução de custo, necessitando migrar mais para os clientes e novos produtos, conforme explicaremos nos resultados desta nossa pesquisa.

Também, conforme Fleming, Coffman e Harter (2005), nos EUA, somente 30% dos empregados são motivados e comprometidos, sendo 54% neutros e cerca de 20% não comprometidos, representando isto uma perda estimada de produtividade de 300 bilhões de dólares nos EUA, que o Seis Sigma não alcança por ser utilizado por uma parte menor da organização. Olhando para esta quantia torna-se óbvio que o potencial de motivação de 70%

das pessoas em uma organização - os neutros mais os não comprometidos - sobrepassa o que alguns dos 30% podem fazer. Os treinados em Seis Sigma estão justamente nestes 30%. Por isto as empresas procuram agora que o Seis Sigma seja acompanhado do *Lean*, formando o Lean Seis Sigma. Enquanto o *Lean* abrange todos os empregados visando eliminar desperdícios, normalmente entre os processos principais das empresas, o Seis Sigma foca nos processos principais visando reduzir a quantidade de defeitos. Na verdade o que se busca são modos mais eficazes e mais rápidos de melhoria das empresas, o que é um processo interminável. O TQM veio primeiro, entre 1950 e 1980, sendo bastante amplo e envolvendo toda a empresa, mas sem uma metodologia e objetivos muito precisos. O Seis Sigma foi criado entre 1980 e 1990, com uma metodologia precisa de implantação e focada nos resultados. Mas o Seis Sigma é um programa de especialistas e para cobrir esta falha, com o tempo a ele foi agregado o *lean manufacturing*, formando assim o *Lean Seis Sigma*, que é a forma mais moderna hoje buscada.

2.8 IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA NO MUNDO E NO BRASIL

Conforme já citado anteriormente, o Seis Sigma foi desenvolvido na Motorola em 1985, sendo propagandeado intensamente pela GE, a partir de 1995. Em alguns poucos anos a grande maioria das 500 empresas da *Fortune* implementavam este programa.

O Brasil teve por muitos anos uma política fechada de comércio exterior com ênfase na nacionalização de produtos. No início da década de 1990 o comércio foi aberto para o mercado mundial tornando-se imperativo para as empresas a procura da competitividade internacional. Assim muitas empresas procuraram a GQT (TQM) e posteriormente o Seis Sigma, como forma de melhorar seus resultados e a competitividade.

Segue a Figura 1 contendo a origem e a evolução do Seis Sigma, duas empresas do seu início (Motorola e GE) e a cronologia, aqui no Brasil, de implantações em empresas com consultoria do Instituto de Desenvolvimento Gerencial – INDG, a partir de 1997, até 2005.

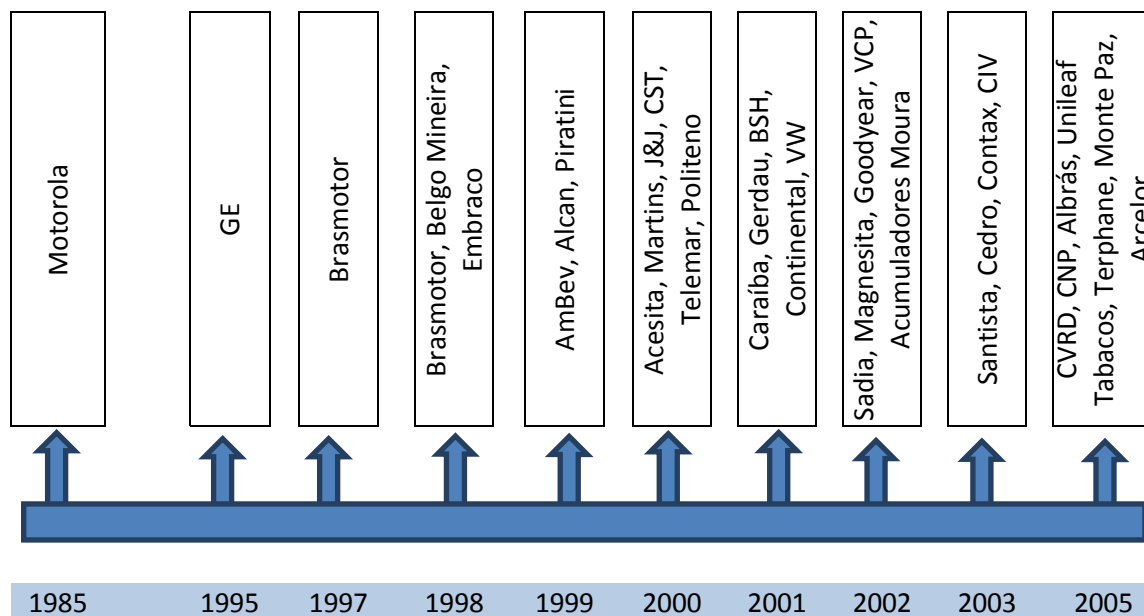


Figura 1 - Origem do Seis Sigma e a evolução do mesmo no Brasil

Fonte: Instituto de Desenvolvimento Gerencial - INDG

Sobre a situação do Seis Sigma no Brasil, encontramos poucos trabalhos publicados, dois deles dos autores (Andrietta e Miguel, 2007; Miguel e Andrietta, 2010) e dois outros dos autores Pinto *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2007. Outro trabalho brasileiro identificado foi uma pesquisa bibliográfica realizada em 173 artigos sobre Seis Sigma (23 trabalhos brasileiros e 150 internacionais), entre 1998 a 2005 (Feitor *et al.*, 2005). Isto mostra uma carência de pesquisas sobre o tema no Brasil.

Conforme pode ser visto na Figura 1, houve um hiato de tempo entre o início das implantações do Seis Sigma nas empresas dos EUA e aqui do Brasil (cerca de 12 anos entre a Motorola e a Brasmotor), porém menor do que ocorreu quando da implementação do TQM, que foi de cerca de 30 anos em relação ao Japão. O TQM se desenvolveu no Japão a partir de 1950/1960 e no Brasil a partir de 1990.

2.9 ENVOLVIMENTO DO AUTOR COM O SEIS SIGMA

O autor desta Tese coordenou a implantação de um programa Seis Sigma em uma grande empresa, uma metalurgia de cobre entre os anos de 2001 e 2006, quando foi interrompido o programa.

O projeto concluído pelo autor, “Reduzir o consumo de alguns sobressalentes das bombas da Eletrólise”, resultou em um ganho de cerca de R\$300.000,00 em 23 meses, em valores da época. Para efeito da Participação nos Resultados, a contabilidade da empresa computou o valor de R\$175.000,00. A empresa tinha estabelecido a prática de uma participação de 10% nos resultados dos projetos Seis Sigma, o que resultou um valor de R\$17.500,00 para ser distribuído para o coordenador e para os membros da equipe que participou do projeto.

O programa Seis Sigma desta empresa contabilizou, até 2006, os seguintes ganhos financeiros (valores da época), que podem ser vistos na Tabela 3. Esta tabela serve também ao propósito da informação dos tipos de projetos de um programa Seis Sigma.

Tabela 3 - Projetos Seis Sigma concluídos em duas turmas de formandos com respectivos ganhos financeiros – estimado e real

Projeto	Ganho estimado inicialmente	Ganho final
Aumento da produtividade UM-565 e Melhoria qualidade de chapa	285.070,00	243.600,00
Reduzir rejeito de chapa bruta para < 6%	150.000,00	192.147,00
Reduzir 30% perdas produção Máquina Hazelett	779.654,40	1.911.149,10
Melhoria da qualidade de anodo	350.000,00	518.000,00
Redução peso sucata bobinas partida produção	209.250,00	286.450,00
Aumentar confiabilidade / Reduzir perdas Laminador	297.860,00	1.035.880,00
Reduzir a variação Inventário da Eletrólise garantindo E.C.	192.750,00	218.750,00
Redução perdas por falhas no trocador de ácido	424.000,00	1.027.800,00
Aumentar previsibilidade entrega Lama Anódina	250.000,00	250.000,00
Redução de gastos com materiais da Laminação	200.000,00	200.000,00
Eliminação da Inspeção visual de Bobinas	76.000,00	76.000,00
Redução 7,5% índice atual de <i>palanquilha</i>	232.328,00	333.471,22
Perdas sistema Hidráulico Roda Moldagem	80.000,00	300.000,00
Redução custo produção SO3	900.000,00	900.000,00
Reduzir em 9% custo logística interna de vergalhão nos USA	104.335,00	195.517,66
Reduzir variabilidade do teor de O2 no vergalhão. Cotirod	150.000,00	94.550,30
Reduzir as intervenções nas bombas de SO3 em 40%	80.000,00	75.000,00
Reduzir em 10% o consumo específico de concreto Sílico-Alum. Para 2,564 t conc./t prod.Cu	76.600,00	112.000,00
Reduzir em 10% as perdas de produção de CuC.	103.230,00	326.073,00
Reduzir em 25 min. mensais as paradas dos motores da laminação	470.749,00	1.427.454,28
Totais de 2 turmas de formandos em <i>Green Belt</i>	5.411.826,40	9.723.842,56

O ganho de cerca de dez milhões de Reais, contra uma previsão de cerca de cinco milhões mostra o poder de resultados de um programa Seis Sigma. Sobre os custos de implantação do

programa, eles dizem respeito mais ao treinamento necessário e ao acompanhamento dos projetos por consultores. No caso em pauta, para treinar três turmas de *Green Belts*, mais o acompanhamento bimensal dos projetos, o custo foi cerca de R\$500.000,00. Há ainda a considerar o custo da Mão de Obra (MO) dos profissionais envolvidos no programa o que é difícil de avaliar, pois a maioria deles continuou trabalhando nas suas áreas, tendo havido assim uma maior valoração de resultados em cada profissional que desenvolveu um projeto. Mas uma aproximação pode ser feita considerando que nos 20 projetos trabalharam 20 profissionais, um para cada projeto. Se fosse em tempo integral durante quatro meses (a meta inicial de prazo para os projetos) teríamos 20 profissionais vezes 4 meses vezes 5.000,00 (salários mais encargos na época), o que daria cerca de R\$400.000,00. Há ainda o tempo de outros profissionais que aqui e ali são envolvidos nos projetos, o que é mais difícil ainda de avaliar. Somando tudo se pode chegar a um número redondo de cerca de R\$1.000.000,00 de custo total. Como o resultado foi de quase 10 milhões, tem-se um excelente retorno do investimento feito no Seis Sigma na empresa citada.

Analisando a relação dos projetos da tabela, vemos confirmada a situação, já comentada, de que a maioria dos projetos Seis Sigma acaba focando na redução de custo, pois somente dois dos projetos, de um total de 20, não são de redução de custo. Pretere-se, em consequência, outros itens de controle importantes do negócio, principalmente aqueles ligados à qualidade e que interessam aos clientes. No entanto, há que observar, neste caso, que a empresa em questão é uma produtora de *commodity* (fio máquina de cobre para outras empresas que vão processá-los para transformá-los em fios para condução da eletricidade).

Ao final de 2006, quando deixamos a coordenação do programa nesta empresa, o Seis Sigma passava por uma crise. O acompanhamento dos projetos tornou-se deficiente em função do distanciamento da nova Alta Administração em relação ao programa Seis Sigma. Em 2003 toda a diretoria tinha sido trocada, sendo que os novos diretores não tinham experiência com o Seis Sigma e não estavam comprometidos com o programa.

2.10 SEIS SIGMA E ESTA PESQUISA

Para ter sucesso com a implantação do Seis Sigma, algumas práticas de gestão e fatores críticos de sucesso são estabelecidos como necessários e que fazem parte das recomendações dos autores iniciais do Seis Sigma como Harry (2000); Pyzdek (2001); Chowdhury (2001); Smith (2003); Breyfogler (2003) e outros. Pesquisando a literatura mais atual, outros autores consolidaram diversas práticas e fatores críticos desenvolvendo pesquisas de campo (*surveys*) como alguns exemplos: Kumar *et al* (2012), que fez pesquisa na Austrália, Bélgica e Holanda e apontou para: Comprometimento da alta administração; Treinamento; Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes; Ligação do Seis Sigma com a estratégia dos negócios, dentre outros. Chakraborty *and* Tan (2012), que pesquisou em Cingapura a Integração do Seis Sigma com os resultados financeiros/contabilidade; Escolha das pessoas para o Seis Sigma; Infraestrutura organizacional do Seis Sigma, etc. Brun (2010), que pesquisou na Itália Sistemas de Comunicação; Ligação dos Seis Sigma com os interesses dos empregados; Mudança cultural, dentre outras. Azis e Osada (2010), que pesquisou no Japão e outros países Programas de incentivos e bônus, etc.; Cranfield *et al* (2010), que pesquisou Inovação e TI, dentre outros. Estas e outras práticas de gestão e fatores críticos de sucesso são estudados neste trabalho, que procura estabelecer o efeito destes para o sucesso do Seis Sigma. Para esta parte da pesquisa foi desenvolvido um levantamento e efetivadas comparações com outros realizados em países como Grã Bretanha, EUA, Índia, China, Austrália, Nova Zelândia, Tailândia, Argentina.

Para o levantamento foi desenvolvido e aplicado um questionário e dados foram obtidos sobre vários aspectos relacionados ao programa Seis Sigma. Uma primeira parte do questionário levantou a situação do que as empresas estão praticando, as práticas do Seis Sigma. Uma segunda parte o questionário solicitou a opinião dos respondentes quanto à importância dos Fatores Críticos de Sucesso - FCSs. Visando atender ao objetivo de interferência foram inseridas quatro questões sobre os resultados do programa (variáveis dependentes), 26 questões (variáveis independentes) sobre as práticas e 19 questões sobre os FCSs para podermos verificar quais as variáveis independentes que mais impactam nos resultados/variáveis dependentes.

Além disto foi realizamos uma análise de fatores, algo pouco encontrado em outros artigos pesquisados. Através desta análise multivariada as 26 variáveis independentes foram reduzidas para 14 válidas e daí foram encontrados três (3) construtos mais importantes para o sucesso do Seis Sigma. Também para os FCSs foram encontrados três construtos. A vantagem da obtenção de construtos é juntar em poucos e mais compreensíveis fatores que impactam no sucesso do programa, ficando assim mais fácil da alta administração assimilar o que é mais importante a ser acompanhado.

2.11 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO E O SEIS SIGMA

Fatores Críticos de Sucesso – FCSs aplicados em programas Seis Sigma foram apresentados e discutidos em muitos trabalhos. O Quadro 2 mostra a literatura pesquisada, que fornece uma visão geral dos FCSs discutidos em 26 artigos analisados. Estes fizeram parte da revisão da literatura.

AUTORES	TIPO DE PESQUISA / EMPRESAS	PAÍS DA PESQUISA	NÚMERO DE RESPOSTAS / ENTREVISTAS
Cabrera Jr., 2006	Indústrias	Brasil	30
Pinto, Carvalho e Ho, 2006	Grandes empresas	Brasil	46
Kasahara e Carvalho, 2003	Estudo de caso, três empresas	Brasil	Entrevistas
Rebelatto e Oliveira, 2006	Bibliográfico	Brasil	Nenhum
Trad e Maximiano, 2009	Todos os tipos de empresas	Brasil	116
Antony and Desai, 2009	Indústrias	Índia	13
Antony <i>et al.</i> , 2006	Serviços	Reino Unido	25
Antony e Banuelas, 2002	Grandes organizações	Reino Unido	16
Antony, 2004a	Serviços	Reino Unido	23
Kumar e Antony, 2008	PME	Reino Unido	64 (10 delas com Seis Sigma)
Timans, Antony <i>et al.</i> , 2011	PME	Holanda	52
Kumar, Antony <i>et al.</i> , 2011	PME	Austrália, Bélgica, Holanda	60
Suresh, Antony <i>et al.</i> , 2012	Todos os tipos de empresas	Reino Unido	não especificados
Desai, Antony, Patel, 2012	Indústrias	Índia	79
Chakraborty e Tan, 2012	Serviços	Cingapura	10 entrevistas
Habidin e Yusof, 2013	Indústrias automotiva	Malásia	57
Chakraborty e Chuan, 2013	Serviços	Cingapura	28
Jayaraman, Kee e Soh, 2012	Eletrônico manuf. Indust.	Malásia	138
Darvish <i>et al.</i> , 2012	Todos os tipos de empresas	Irã	60
Jayaraman e Teo, 2010	Eletrônico manuf. Indust.	Malásia	23
Zhang <i>et al.</i> , 2012	Todos os tipos de empresas	Paquistão	não especificados
Brun, 2010	PME	Itália	18
Sharma e Chetiya, 2012	Empresas de fabricação	Índia	21
Henderson e Evans, 2000	Estudo de caso da GEA	EUA	não especificados
Tjahjono, Ball <i>et al.</i> , 2010	Todos os tipos de empresas	Todos os tipos de países	Revisão da literatura
Azis e Osada, 2010	Emp. de classe mundial	EUA / Japão	não especificados

Quadro 2 - Artigos consultados sobre FCSs aplicados ao Seis Sigma

A Tabela 4 mostra a ordem que os FCSs aparecem levando em consideração todos os artigos. Para construí-la, os FCSs e as suas posições foram arranjados em função da posição que foram classificados nas pesquisas, isto é, primeiro lugar, segundo lugar, e assim por diante. Assim, maiores pesos foram atribuídos ao FCSs que apareceram nos primeiros lugares, que foram somados para determinar a ordem geral dos FCSs dos 26 trabalhos. Os pesos foram determinados atribuindo um valor de 25 para o FCS que apareceu na primeira posição (25 é o número máximo de FCSs que apareceram nos periódicos), 24 no segundo, e assim por diante. Em vários artigos, os FCSs não foram classificados em uma ordem e, portanto, a estes FCSs foi atribuído um valor de 1. Desta maneira, foi possível classificar, de 1 até 71 os FCSs de todos os artigos. Devido à exiguidade de espaço estão mostrados os primeiros 20 FCSs na Tabela 4. As primeiras posições são as mais importantes e as que utilizamos nas nossas análises. No Anexo 1 é mostrada uma tabela contendo todos os 71 FCS encontrados na literatura pesquisada.

Tabela 4 – Posição (*ranking*) dos fatores críticos de sucesso de todos os artigos pesquisados

FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO DO SEIS SIGMA	RANKING
Comprometimento da Alta Administração	1
Treinamento	2
Ligação do 6 Sigma com os interesses dos clientes	3
Ligação do 6 Sigma com a estratégia do negócio	4
Mudança cultural	5
Seleção e priorização de projetos	6
Infra-estrut. Org. do 6 Sigma (<i>Champions, MBB, BB, GB, etc.</i>)	7
Exper. Com Gerenc. Projetos	8
Compreensão da metodologia <i>Six Sigma</i>	9
<i>Link SS with Suppliers</i>	10
Ligação do 6 Sigma com os interesses dos Empregados/RH	11
Sistemas de comunicação	12
Monitoramento dos projetos e revisões	13
Integração do 6 Sigma com os resultados financeiros/contabilidade	14
Programa de incentivos/bônus diferenciados	15
<i>Frequent communication and assessment on LSS result</i>	16
<i>Company financial capability</i>	17
<i>Clear performance metric</i>	18
Comprometimento de toda a empresa	19
Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas	20

2.12 TQC/GQT/TQM e a ISO 9000

O *Total Quality Management* (TQM) foi uma adaptação do *Total Quality Control* (TQC) Japonês, que foi desenvolvido na década de 1950, logo após a II grande guerra mundial. No Brasil ficou sendo chamado por Gestão pela Qualidade Total (GQT) e teve seu apogeu na década de 1990, cerca de 10 anos depois dos EUA, que implementou esta metodologia na década de 1980. Ele consta de um conjunto de conceitos, práticas e ferramentas de gestão que foi empregado pela maioria das boas empresas ao redor do mundo. O TQM tem um foco forte na qualidade, no atendimento às necessidades dos clientes e o uso da estatística por todos da empresa o que foi conseguido pela utilização da Metodologia de Análise e Solução de

Problemas (MASP) pelos profissionais de chefia e *staff* e pela utilização dos Círculos de Controle da Qualidade (CCQ) pelo pessoal do nível operacional.

As normas da ISO 9000 também foram da década de 1990 e de modo geral têm um foco no atendimento da garantia da qualidade para os clientes. Presta-se às empresas terem fornecedores mais confiáveis tendo sido criado um mecanismo completo de auditorias internas e externas que muito contribuíram para a perenização deste sistema. A norma ISO 9001 é a que é implementada e possível de ser certificada.

Quando o ISO 9001 chegou ao Brasil não era visto como uma boa prática, porque ela foi vinculada a regras e obrigações não ligadas a resultados. Algumas empresas implementaram o ISO 9001 para fins de marketing ou porque foram obrigadas pelos seus clientes, como citado por Pinto et al (2009).

A partir de 1990, no contexto de abertura da economia brasileira, uma quantidade significativa de organizações passou a adotar a Gestão pela Qualidade Total (GQT) como modelo de gestão. Utilizaremos as denominações Controle da Qualidade Total – CQT, Total Quality Control – TQC, Gestão pela Qualidade Total – GQT e Total Quality Management – TQM com o mesmo significado.

Cordeiro (2004) crê que o TQM foi uma revolução na gestão após a Segunda Guerra Mundial, catapultou a qualidade em todo o mundo, mas que não tem uma forma definida para implementar a sua prática e se concentra mais na qualidade do que nos lucros/bottom line. O ISO 9001 tem uma forma claramente definida e padronizada para implementá-lo mesmo que o programa não seja tão amplo como é o TQM na maioria das empresas.

Segundo Ishikawa, 1993, apud Bernardino (2014), a invenção do controle da qualidade na produção foi americana, porém os melhores resultados foram obtidos no Japão. A revolução japonesa pela qualidade, como ficou conhecida a partir da década de 1960, modernizou os princípios americanos ao propor a adoção de práticas até então inéditas, a exemplo de treinamentos extensivos para todas as funções e em todos os níveis e a instalação de um processo de busca por melhorias contínuas na qualidade da produção.

Segundo Bernardino, (2014), a Gestão pela Qualidade Total concentra a maior parte da construção dos seus princípios, práticas, ferramentas e metodologias em um grupo restrito de

formuladores. Estes estudiosos são denominados por diversos autores como mestres ou “gurus da qualidade”. Dentre eles, Wood Jr. e Urdan (1994) destacam: Philip Crosby, Edward Deming, Armand Feigenbaum, Kaoru Ishikawa e Joseph Juran (1990). No Brasil, o professor e consultor Vicente Falconi Campos é citado por diversos autores como o “mestre da qualidade do Brasil”, por seus esforços de absorção e difusão do modelo japonês junto ao empresariado brasileiro.

De fato, Falconi Campos, baseando-se nos ensinamentos da *Union of Japanese Scientists and Engineers* (JUSE), ajudou a disseminar o modelo japonês em um número significativo de organizações no país. Além disso, ele é autor de livros que abordam o tema da qualidade, destacando-se: *Gerência da Qualidade Total* (1989); *TQC: Controle da Qualidade Total* (1992) e *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia* (1994).

A GQT é ampla abrangendo **Princípios** como: foco no cliente; visão sistêmica e holística; busca pela sinergia; visão humanista, busca pelo melhoramento contínuo e ações orientadas por fatos, dados e prioridades.

Consta também de **Práticas**, que podem ser subdivididas em **cinco grupos** como Práticas Gerais: participação de todas as áreas e colaboradores da empresa no estudo e na condução do Programa de GQT; uso de ferramentas e técnicas estatísticas; formação dos Círculos de Controle de Qualidade (CCQ); garantia da qualidade; controle de processo; automação; certificação ISO; participação em programas nacionais de qualidade; análise de falhas; padronização; ação de bloqueio; *shake-down*; *brainstorming*; plano de ação; grupos de “cumbuca” e programa 5S; Práticas de Gerenciamento de Marketing: atendimento às necessidades do cliente, *benchmarking* e desenvolvimento de novos produtos. Práticas de relacionamento comprador/fornecedor: redução do número de fornecedores, estabelecimento de relações de cooperação, confiança e continuidade, processos de terceirização, diminuição de estoques e aumento da frequência de compras; Práticas de gerenciamento do crescimento do ser humano: treinamento, estabilidade no emprego, motivação e remuneração; Práticas de auditoria: auditoria externa, do fornecedor pelo comprador, do presidente, para certificação ISO, por consultor e para obtenção do Prêmio Deming.

As **Ferramentas** utilizadas na GQT são aquelas disseminadas pelo professor Kaoru Ishikawa como: Folha de Verificação (Lista de Verificação); Estratificação; Gráfico de Pareto

(Diagrama de Pareto); Diagrama de Causa e Efeito; Gráfico de Tendência (Diagrama de Correlação); Histograma e Gráfico de Controle de Processo.

As **Metodologias** mais relevantes na GQT são: Controle Estatístico de Processo (CEP); Método de Análise e Solução de Problemas (MASP); Ciclo PDCA e Gerenciamento pelas Diretrizes (gerenciamento interfuncional e gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia).

A Crise do Modelo de GQT

Conforme Bernardino (2014), o modelo de GQT, ao estilo japonês, está sendo cada vez menos considerado como meio para a melhoria dos resultados organizacionais. Com efeito, o estudo bibliométrico (técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico, conforme Araújo (2006) desenvolvido por Paulista *et al.* (2010), revela que houve um pico de publicações sobre o tema entre os anos de 1998 a 2001, seguido por um acentuado declínio nos anos que seguem. Além disso, foram identificadas na literatura diversas hipóteses e argumentações acerca dos possíveis fatores que motivaram este processo de declínio. As hipóteses formuladas baseiam-se nas análises empreendidas por autores como Porter (1996), Corredor e Goñi (2011), Wood Jr. (2001), Tolovi (1994), Cordeiro (2004, 2009), Wood e Caldas (1995), Campos (1989), Jesus (2000), Vasconcelos e Teixeira (1997), Asif et al. (2009) e Zilbovicius (1999) e são mostradas no Quadro 3.

Ênfase na eficácia operacional e não no posicionamento estratégico; falta de integração entre os programas e as operações e estratégias globais.	Porter (1996); Asif et al (2009) Pyzdek (2001)
Efeitos isomórficos da adoção do modelo de GQT para adotantes tardios. O isomorfismo trata-se de processo que leva organizações a assemelharem-se umas às outras, deixando de configurar vantagem competitiva.	Corredor e Goñi (2011); Zilbovicius (1999)
Visão e tratamento concedido por algumas organizações, gurus e setores da academia da GQT como modismo gerencial e não filosofia de gestão. Ou seja, falta de compreensão acerca do significado mais amplo do modelo de GQT.	Wood Jr (2001); Cordeiro (2004); Campos (1989); Wood e Caldas (1995); Brown (2013)
Treinamento precário; sistema de remuneração inconsistente; escolha inadequada de multiplicadores; descuido com motivação.	Tolovi (1994)
Foco excessivo na padronização e certificação proposto pelas normas ISO 9000, falta de envolvimento dos operadores no programa.	Cordeiro (2004);
Barreiras encontradas na cultura gerencial ocidental; surgimento de novas ondas gerenciais que aceleraram o processo de declínio do modelo	Wood e Caldas (1995); Cordeiro (2004)
Incapacidade das empresas ocidentais em praticar a “socialização”.	Cordeiro (2009); Asif <i>et al</i> (2009)
Falta de ênfase concedida pelo modelo de GQT ao fenômeno da liderança, como impulsionadora de processos inovativos e de criação de valor.	Jesus (2000); Antony (2013); Brown (2013)
Elevado tempo de implantação e investimentos requeridos pelo programa. Priorização de resultados de curto prazo e ansiedade por resultados imediatistas; o que leva à percepção de melhoria lenta dos resultados.	Jesus (2000); Cordeiro (2004); Tolovi (1994)
Dissonâncias entre discurso e práticas efetivamente implantadas.	Zilbovicius (1999)
Falta de comprometimento e não envolvimento da alta direção	Tolovi (1994); Cordeiro (2004) Mosadeghrad (2013, 2014); Zu <i>et al.</i> (2010)
Percepção negativa dos trabalhadores em relação ao programa de GQT (resistência às mudanças propostas) e Falta de formação técnica e acadêmica adequadas no nível operacional.	Vasconcelos e Teixeira (1997) Mosadeghrad (2014)
Foco excessivo em resultados de longo prazo. Definição pouco objetiva dos retornos esperados pelo programa. Desenvolvido por pessoal técnico quando o ideal seria o desenvolvimento partir de <i>CEOs</i> .	Pyzdek (2001)
Incompatibilidade entre valores presentes em diferentes tipos de Culturas Organizacionais e práticas da GQT.	Zu <i>et al.</i> (2010)

Quadro 3 - Principais hipóteses para a "crise" do modelo de GQT
Fonte: Bernardino (2014)

Além dos trabalhos citados acima, foram analisadas pesquisas que investigam a influência (ou evolução) do modelo de GQT em outros modelos ou abordagens. Jesus e Lepikson (2009) argumentam que o Programa Seis Sigma têm suas raízes no modelo de GQT, considerando-o como uma evolução da GQT. Cordeiro (2004) também trabalha na perspectiva de evolução do modelo de GQT e da sua influência em novas abordagens no campo da gestão. Dentre as novas abordagens apontadas pelo autor como influenciadas pelo modelo de GQT, destacam-se: o *Balanced Scorecard (BSC)*, *Customer Relationship Management (CRM)*, Aprendizagem Organizacional e *Empowerment*. O *BSC* seria uma nova abordagem que substituiria o papel do gerenciamento pelas diretrizes (Campos, 1996). O

CRM surgiu da necessidade de se conhecer melhor os clientes, o que já era prioridade no modelo de GQT, assim como a prática de *empowerment*, que na abordagem da GQT era tratada por meio da prática de “delegação”.

Mais adiante, ao final das análises sobre o Seis Sigma, analisaremos a TQM e a ISO 9001 comparativamente ao Seis Sigma, visando verificar quais destes três programas são mais bem avaliados pelos respondentes da nossa pesquisa.

2.13 LEAN

O *Lean Manufacturing* é um programa que busca eliminar desperdícios, isto é, eliminar o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade à empresa. Outras denominações são o *Lean Operations* ou *Lean Enterprise* (Werkema, 2008).

O *Lean Manufacturing* baseia-se no sistema Toyota de Produção (também conhecido como Produção *Just-in-Time*) e busca a redução de sete (7) tipos de desperdícios:

1. Defeitos (nos produtos);
2. Excesso de produção de mercadorias desnecessárias;
3. Estoques de mercadorias à espera de processamento ou consumo;
4. Processamento desnecessário;
5. Movimento desnecessário (de pessoas);
6. Transporte desnecessário (de mercadorias); e
7. Espera (dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior).

Conforme Godinho F^o e Fernandes (2004):

...o *Lean* é também conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP). Teve início na década de 1950, no Japão, mais especificamente na Toyota. De acordo com Womack et al. (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, que perceberam que a manufatura em massa não funcionaria no Japão e, então, adotaram uma nova abordagem para a produção, a qual objetivava a eliminação de desperdícios. Para conseguir esse objetivo, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de set up, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras, eram utilizadas. Essa nova abordagem passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção. Apesar de o STP muitas vezes ser entendido como algo novo, na verdade, muitos de seus

princípios são trabalhos de pioneiros como Deming, Taylor e Skinner. O STP foi popularizado no ocidente por Womack *et al.* (1992). Esses autores denominam o STP de Manufatura Enxuta.

Atualmente coexistem várias definições para a Manufatura Enxuta (ME). Womack & Jones (1998), por exemplo, definem ME como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.). Segundo Shah & Ward (2003), a abordagem da ME engloba ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo just in time, sistemas de qualidade, manufatura celular, entre outros. Ainda de acordo com esse autor, o ponto fundamental da ME é que essas práticas devem trabalhar de maneira sinérgica para criar um sistema de alta qualidade que fabrica produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios.

O programa resultante da integração entre o Seis Sigma e o *Lean Manufacturing*, é denominado *Lean Seis Sigma*, que combina os pontos forte do *Lean Manufacturing* – redução de desperdícios entre a operação das máquinas, e do Seis Sigma – cujo ponto forte é a máquina produzir com defeitos quase zero. Assim o *Lean Seis Sigma* é uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz que cada uma das partes individualmente e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos (Werkema, 2008).

3 METODOLOGIA

O foco desta pesquisa é na identificação do estágio de implantação dos programas Seis Sigma nas empresas no Brasil, e na avaliação dos aspectos positivos e deficiências na sua implantação. Por ter experiência com o tema sabíamos da importância deste programa para empresas importantes, como Motorola, GE, e muitas outras, que tinham implantado o mesmo com grande sucesso. Aqui no Brasil sabíamos que várias grandes empresas estavam implantando o Seis Sigma, mas não tínhamos notícias concretas dos sucessos com o mesmo e até conhecíamos duas empresas que descontinuaram este programa.

Assim, delineamos a pesquisa primeiramente visando identificar a abrangência e o estágio do programa, isto é, em que proporção o Seis Sigma foi instalado nas empresas. Em segundo lugar procuramos levantar as práticas de gestão que compõem o Seis Sigma e identificar quais delas as empresas estão usando e quão bem as mesmas estão implementadas. Em terceiro lugar focamos nos Fatores Críticos de Sucesso (FCSs) do Seis Sigma. Na literatura internacional existe uma grande quantidade de pesquisas sobre estes FCSs aplicadas em diversos países. Assim incluímos na nossa pesquisa a identificação de quais FCSs são mais valorizadas pelas empresas, independentemente se as empresas os praticam ou não. A ideia foi verificar a importância dada pelas empresas aos FCSs para então comparar com as práticas que implantaram.

Decidimos por fazer a pesquisa de campo nas empresas no Brasil, sejam Brasileiras ou multinacionais aqui instaladas. Fazer a pesquisa em empresas em outros países demandaria um tempo muito maior como também custos mais onerosos da pesquisa. E a ideia foi contribuir para as empresas e o nosso país.

Se o Seis Sigma gera produtividade estarão as empresas utilizando este programa? Estão utilizando-o corretamente? Ao consultar os artigos recentes sobre o tema percebemos que existem mapeadas as principais práticas que envolvem o citado programa e sendo assim o projeto de pesquisa precisava identificar se as empresas que usavam o programa estavam seguindo estas práticas utilizadas internacionalmente. Observamos que vários artigos tratam deste mesmo tema, através de levantamentos aplicados nas empresas, através de questionários em vários países. Nos itens 3.1 a 3.9 seguintes apresentamos maiores detalhes deste projeto de pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de um estudo descritivo e de corte transversal. Para atender aos objetivos da pesquisa lançou-se mão de estratégias quantitativa - através de aplicação de um levantamento (*survey*) nas empresas que implantaram o Seis Sigma - e qualitativa - a partir da realização de entrevistas semi-estruturadas (GIL, 1996; VOLPATO, 2010).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para atingir os objetivos deste estudo foi desenvolvido um questionário e obtidos dados sobre os diversos aspectos relacionados com o programa Seis Sigma, permitindo a comparação com as descrições feitas em pesquisas em outros países. Para atingir o objetivo de interferência entre variáveis independentes e variáveis dependentes, quatro perguntas foram incluídas no questionário (variáveis dependentes) para avaliar os resultados do Seis Sigma nas opiniões dos entrevistados e 26 questões (variáveis independentes) foram incluídas para avaliar como a empresa implementou o programa e como ele funciona.

Para obter informações no que diz respeito à implantação do Seis Sigma foram estudados artigos dos países: Reino Unido (Antony, 2004 e Antony *et al*, 2007), EUA (Dusharme, 2001 e 2006; Brady e Allen, 2006; Feng e Manuel, 2008), Índia (Antony *and* Desai, 2009), China (Wang, 2008), Austrália (Chakraborty *and* Tan, 2006), Nova Zelândia (Pulakanam *and* Voges, 2010), Taiwan (Cheng, 2008) e Argentina (Univaso, 2009). A utilização da análise fatorial é um diferencial deste estudo. O uso da análise de fatores ajudou a reduzir o número de variáveis independentes de 26 para 14 (12 questões foram descartadas por imperfeições estatísticas de acordo com os critérios da análise de fatores) e em seguida foram determinados três (3) construtos mais influentes para o sucesso da implantação dos programas Seis Sigma.

No que diz respeito aos Fatores Críticos de Sucesso – FCSs, foram estudados os artigos listados na Tabela 3 e também aplicada a análise de fatores que possibilitou uma redução de 19 FCSs em três construtos.

Em seguida comparamos os três construtos das práticas com os três construtos dos FCSs visando comparar a importância dada pelos respondentes com o que as empresas praticam.

O objetivo foi obter pelo menos 100 questionários respondidos de modo a melhor atender a estratégia quantitativa da pesquisa, pois este número permitiria o uso da análise de fatores. O orientador estrangeiro foi quem primeiro estabeleceu este objetivo, bem como a aplicação de quatro questionários em cada empresa, preenchidos por quatro níveis organizacionais, de modo a captar diferentes visões dos atores envolvidos, permitindo uma comparação com as descrições de outras pesquisas em outros países.

3.3 A SELEÇÃO DAS EMPRESAS

As empresas foram selecionadas a partir de uma lista das maiores do país que usam programas de gestão da qualidade. As fontes de dados utilizadas foram revistas especializadas em negócios, as empresas que concorreram ao Prêmio Nacional da Qualidade do Brasil. Contato telefônico foi estabelecido com cada uma visando explicar os objetivos da pesquisa, e foi enviado um questionário a todas as empresas que usavam o Seis Sigma.

Inicialmente a ideia era contatar somente indústrias, porém fomos recomendados pelo orientador estrangeiro a incluir segmentos de Finanças e Serviços de Saúde, para efeito de comparação, já que estes estavam utilizando o Seis Sigma na Europa e nos EUA. Foram escolhidas as empresas da nossa região: Gerdau/USIBA, AMBEV, Ford, Politeo, Caraíba, Bahia Sul Celulose, Dow Chemical, Dupont, Petrobrás, ABB, Xerox Nordeste. Do País foram escolhidas: Belgo Mineira, SADIA, Multibrás, Votorantin, AMBEV, Sony, Multibrás, ABB, Kodak, Cumins, algumas das quais que sabíamos poderiam colaborar com a pesquisa, já que o autor tem interação com dirigentes ou com Consultores que atuam nas mesmas. As empresas contatadas foram então: BRASKEM (maior petroquímica da América Latina, na Bahia); DUPONT (química, na Bahia); GERDAU (aço, na Bahia e muitos outros locais/ países, 14ª maior do mundo); SUZANO (celulose, na Bahia e em São Paulo), FORD (automotiva, na Bahia e outros locais/ países); DOW QUÍMICA (química, na Bahia e em outros locais/ países); AMBEV (cervejaria, na Bahia e em outros locais/ países, a maior do



mundo associada à Interbrew e a Budwiser); COELBA (eletricidade, na Bahia); CELPE (eletricidade, em Pernambuco); DETEN (petroquímica, na Bahia); BOMPREGO (supermercados, na Bahia, Pernambuco - uma empresa do grupo Walmart); BAHIA PULP (celulose, na Bahia); JOANES INDUSTRIAL (produtos para agricultura, na Bahia); MILLENIUM (química, eletricidade, na Bahia e em outros países – Grupo Cristal); MINERAÇÃO CARAIBA (mineração de cobre, na Bahia); MONSANTO NORDESTE (produtos para agricultura, na Bahia e em outros locais e países); VALE (mineração de ferro, na Bahia e em outros locais e países, a segunda maior do mundo); ROBERT BOSCH (autopeças, na Bahia e em outros locais e países); GENERAL ELECTRIC (indústria, em São Paulo e em outros locais e países); MABE (eletrodomésticos, em São Paulo, México, etc.); HOSPITAL ESPANHOL (hospital, na Bahia); HOSPITAL SAN RAFAEL (hospital, na Bahia); HOSPITAL PORTUGUÊS (hospital, na Bahia); SADIA (processamento de carnes, no Rio Grande do Sul e outros locais e países, maior do mundo em carnes de galinha); Petrobrás (petróleo, a maior do país e uma das maiores do mundo), Multibrás (fabricante de linha branca, das maiores do país), 3M (multinacional de produtos inovadores), WEG (motores, das maiores do país), Hospitais Sírio Libanês e Albert Einstein (dois dos melhores hospitais do país), Bradesco Saúde, ALCAN, NOKIA, SERASA. Algumas destas empresas se recusaram a participar e algumas outras não estavam implantando o Seis Sigma. A relação final foi de 29 empresas que responderam aos questionários, todas do ramo industrial.

3.4 O QUESTIONÁRIO

Para a construção do mesmo foi necessário identificar qual a situação do Seis Sigma nas empresas e para tal foram desenvolvidas as 12 perguntas iniciais que versam sobre o *status* do Seis Sigma, do TQM e da ISO 9001. A inclusão do TQM e da ISO 9001 deu-se para que pudesse ser identificado o *background* da gestão da qualidade nas empresas pesquisadas. Por exemplo, se a empresa implementou esses programas, se eles continuam com eles, etc. 26 questões seguintes detalharam aspectos da implementação do programa, pois este estudo procurou identificar justamente os problemas nesta área. Foi perguntado se a empresa formou Black Belts, o papel dos *Champions*, as ligações do Seis Sigma com o *bottom line* (lucro líquido) e com os clientes, etc.

As 19 próximas perguntas foram sobre os FCSs identificados na literatura. As respostas sobre os FCSs foram solicitadas pela importância que os respondentes davam para cada FCSs independentemente dos mesmos acharem que a empresa os valorizava ou não. Em todas as questões, cinco respostas eram possíveis: 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80% e 80-100%, que é a escala Likert mais utilizada, inclusive por outras pesquisas sobre o tema.

O questionário projetado final consta do Quadro 4. Como se pretendia comparar com outros estudos realizados em outros países foi utilizada a literatura existente para construção das perguntas de modo que as mesmas se assemelhassem aquelas dos estudiosos do tema (Smith, 2003; Harry e Schroeder, 2006; Pyzdek, 2001; Breyfogle 2003 e 2006; Antony e Desay, 2009; Dancey e Reidy, 2006; Chowdhury, 2001, Snee e Hoerl, 2007) mas focadas nos objetivos da pesquisa. No Caso dos FCSs, foram escolhidos aqueles mais citados, tendo sido adicionados também alguns FCSs escolhidos com base na experiência do autor. Em cada empresa, os questionários foram preenchidos por funcionários de quatro diferentes níveis organizacionais: Alta administração, Gerentes de nível médio, Facilitadores de Seis Sigma, e o pessoal do nível operacional.

 UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA/ ESCOLA POLITÉCNICA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA 						
QUESTIONÁRIO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA (6σ)						
Item	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO/RESPOSTA				
A	Caso a empresa possua mais de um site (unidade/local/planta) favor indicar se as respostas referem-se:					
	a. A toda a empresa.	Sim () Não ()				
	b. Ao site _____ . (Em todas as demais questões será chamado de "empresa").					
B	O processo 6σ foi implantado?	Sim () Não ()				
	a. Em que ano?	Ano: _____				
C	A Empresa tem cerca de _____ empregados _____ Green Belt _____ Black Belt e _____ Master BB.					
D	O TQM, TQC ou GQT foi implantado?	Sim () Não ()				
	a. Em que ano?	Ano: _____				
	b. Em toda a empresa?	Sim () Não ()				
E	A ISO 9000 foi implantada?	Sim () Não ()				
	a. Em que ano?	Ano: _____				
	b. Em toda a empresa?	Sim () Não ()				
Nas questões a seguir informar o grau de concordância com o texto. Caso a questão SE APLIQUE POUCO OU NÃO SE APLIQUE à sua empresa, marcar opção 0-20:		(%)				
1	Estágio de implantação do 6σ:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
2	Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação do 6σ:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
3	Dê uma nota nos RESULTADOS do 6σ:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
4	A empresa continua com o programa de 6σ até hoje.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
5	Estágio de implantação do TQM, TQC ou GQT:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
6	Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação do TQM, TQC ou GQT:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
7	Dê uma nota nos RESULTADOS do TQM, TQC ou GQT:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
8	A empresa continua com o TQM até hoje.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
9	Estágio de implantação da ISO 9000:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
10	Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação da ISO 9000:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
11	Dê uma nota nos RESULTADOS da ISO 9000:	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
12	A empresa continua com a ISO 9000 até hoje.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
13	O 6σ estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
14	A empresa escolheu um de seus executivos principais para supervisionar e suportar todo o programa 6σ (o qual pode ser chamado "Executive Champion"), que escolheu o pessoal com bastante cuidado para o programa.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
15	Os BB são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6σ. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem BB. Na empresa foram bem escolhidos.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
16	Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo o dinheiro/recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmark" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
17	No início, o papel do Master BB (MBB) foi desempenhado por consultores externos que eram experientes em 6σ. Eles ajudaram aos "Champions" a selecionarem bons projetos e o pessoal para trabalhar neles. Assim foi feito na empresa.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
18	Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion".	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
19	Na empresa foram treinados BB e estes fazem parte de um grupo a parte da estrutura da empresa para resolver problemas.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
20	Na empresa foram treinados BB e estes resolveram problemas até se graduarem, retornando após às suas áreas de origem.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
21	Na empresa, mesmo durante o treinamento e a resolução inicial de problemas, os BB permaneceram nas suas áreas continuando a exercer suas atividades anteriores.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
22	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ partindo dos problemas junto aos clientes.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100

QUESTIONÁRIO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA (6 σ) Continuação						
Item	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO/RESPOSTA				
23	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
24	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
25	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ pelos Gerentes/"Champions" de cada área.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
26	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
27	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ mais simples e fáceis de modo aos candidatos a BB e GB treinarem na metodologia.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
28	A Empresa possui um banco de dados com os projetos 6 σ concluídos.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
29	Para chegar a 6 σ a empresa utiliza uma abordagem mais avançada, o "DFSS - Design for Six Sigma".	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
30	A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 σ), todos estes itens bem gerenciados.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
31	A empresa possui um Sistema de Metas Anuais e um sistema de Desdobramento de Metas como o Gerenciamento pelas Diretrizes, ou outro, bem implantado.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
32	A empresa dá Participação/ Bonus/ Gratificações generosas/agressivas para os empregados por bons resultados do 6 σ , podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
33	A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
34	Na empresa os projetos 6 σ são acompanhados de perto pela Alta Administração.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
35	De modo geral pode ser considerado que a empresa encontra-se hoje no estágio...	< 3 sigma	4 sigma	5 sigma	6 sigma	não se sabe
36	Para graduar em Black Belt o valor exigido pela empresa para ganhos do projeto 6 σ é de ...	< 99 mil US	100 a 199 mil US	200 a 299 mil US	300 a 399 mil US	mais de 400 mil US
37	O tempo médio de conclusão dos projetos 6 σ na empresa é da ordem de...	<6 meses	6 a 12 meses	12 a 18 meses	18 a 24 meses	>24 meses
38	Além do 6 σ a empresa utiliza outros métodos de Solução de Problemas como: Ver-Agir; Plano de Ação; MASP; CCQ; Work-Out, Lean, etc.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
INDEPENDENTEMENTE DA EMPRESA TER OU NÃO, MARCAR ABAIXO A IMPORTÂNCIA, PARA O 6σ, DOS SEGUINTE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS).						
39	Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
40	Clima organizacional da empresa.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
41	Compreensão da metodologia Six Sigma.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
42	Comprometimento da Alta Administração.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
43	Escolha das pessoas para o 6 σ .	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
44	Gerenciamento da rotina do dia-a-dia.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
45	Infraestrutura organizacional do 6 σ (Champions, MBB, BB, GB, etc.).	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
46	Integração do 6 σ com os resultados financeiros/contabilidade.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
47	Ligação do 6 σ com a estratégia do negócio.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
48	Ligação do 6 σ com os interesses dos Empregados.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
49	Ligação do 6 σ com os interesses dos clientes.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
50	Monitoramento dos projetos e revisões.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
51	Mudança cultural.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
52	Programa de incentivos/bônus diferenciados.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
53	Seleção e priorização de projetos.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
54	Sistema de Benchmarking bem Implantado.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
55	Sistema de metas anuais e de desdobramento das mesmas.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
56	Sistemas de comunicação.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
57	Treinamento.	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100

Nível organizacional do respondente: Responsável pelo 6 σ (); Alta Administração (); Média Gerência ();
Nível Operacional ()

Quadro 4 - Questionário utilizado no levantamento (survey) efetuado

Um questionário inicial com 32 perguntas mais básicas foi enviado por e-mail a alguns dos facilitadores das empresas com programa Seis Sigma, com o objetivo de identificação se valia pena introduzir aquela empresa entre as consultadas. Após a análise deste, um segundo questionário, bastante mais completo, foi concebido, com 108 perguntas. Um pré-teste foi realizado com *Black Belts* de duas empresas, uma brasileira e uma multinacional e as revisões foram feitas, deixando o questionário final, com 57 perguntas. As perguntas que foram descartadas foram aquelas que pretendiam levantar quanto ao uso das ferramentas estatísticas utilizadas nos projetos Seis Sigma. Pretendíamos obter um número maior de respostas que a maioria das pesquisas conhecidas, de modo a podermos utilizar melhor as análises estatísticas. Verificamos que preencher 108 questões levaria um tempo grande e então preferimos reduzir o número de perguntas e focar nos objetivos da pesquisa que foi verificar o Seis Sigma quanto aos aspectos das práticas e FCSs necessários para uma boa implementação do mesmo.

3.5 RESPOSTAS E COMPOSIÇÃO DO BANCO DE DADOS

Durante um período de quase um ano foram obtidos 104 questionários preenchidos. Para as questões relacionadas à implantação do Seis Sigma foi verificada a existência de *outliers* mediante o teste padronizado z e a distância de Mahalanobis (MAH_1) (Ribas e Vieira, 2011), tendo sido removido um dos questionários, resultando a amostra final em 103 questionários. Para valores faltantes o método *pairwise* foi usado. Três questões foram invertidas, pois o sentido da pergunta era diferente das demais. Esta inversão foi implementada subtraindo-se o número seis de cada valor marcado em cada questionário, conforme recomenda Ribas e Vieira (2011).

A tarefa de conseguir respostas aos questionários foi muito dificultada pela quantidade e pelas respostas precisarem ser obtidas de quatro níveis organizacionais diferentes. Verificamos que a maioria das pesquisas continha uma quantidade de respostas de 79, 60 e até com 16 respostas. Em mais de 50 artigos pesquisados somente dois foram achados com quantidade superior a que obtivemos, uma de 116 e outra de 138 respostas. Esta de 138 respostas é centrada em somente um tipo de empresa – manufatura de eletrônicos. Nenhuma das pesquisas obteve dados de quatro níveis hierárquicos diferentes. A quantidade de respostas obviamente importa na qualidade das análises estatísticas realizadas.

A necessidade de conseguir respostas de quatro níveis organizacionais diferentes dificultou sobremaneira a pesquisa. Verificou-se que não era tão difícil conseguir uma resposta de cada empresa, desde que centrado o contato nos coordenadores dos programas Seis Sigma que de modo geral aquiesceram em responder ao questionário. A dificuldade maior foi a de conseguir mais três respostas de cada empresa, aí incluída uma resposta da alta Administração, que costuma ter uma menor acessibilidade.

Para completar as informações, sete visitas a duas das empresas foram feitas para obtenção de uma compreensão mais profunda de vários aspectos da pesquisa. Um banco de dados foi criado utilizando o programa SPSS, versão 17.0 (SPSS, Chicago, EUA), que foi utilizado para analisar os dados.

3.6 ABORDAGENS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

A seguir abordaremos sinteticamente as abordagens estatísticas utilizadas.

3.6.1 Correlação de Spearman

O relacionamento entre duas variáveis é denominada de correlação bivariada. Se duas variáveis são associadas, dizemos que são co-relacionadas (correlacionadas). Isso significa que, quando os valores em uma variável mudam, valores na outra variável também mudam, de maneira previsível. Em outras palavras, as duas variáveis não são independentes (DANCEY e REIDY, 2006). A correlação Spearman é uma estatística não-paramétrica que trabalha classificando os dados em primeiro lugar e então aplicando a equação de Pearson aos dados ordenados (FIELD, 2009).

A força, intensidade ou magnitude do relacionamento, segundo Dancey e Reidy (2006) pode ser classificado em faixas:

Perfeito = +1 e -1

Forte = +0,7 a +0,9 e -0,7 a -0,9

Moderado = +0,4 a +0,6 e -0,4 a -0,6

Fraco = +0,1 a +0,3 e -0,1 a -0,3

Zero = 0

3.6.2 Testes padronizados z e distância de Mahalanobis

Conforme Ribas e Vieira (2011), estes dois testes visam detectar *outliers*, isto é valores excessivamente reduzidos ou elevados que podem distorcer substancialmente os resultados.

O teste z é do tipo univariado e pode identificar *outliers* com análise descritiva ou inspeção visual em gráfico. São considerados *outliers* as magnitudes dos escores padronizados maiores do que 3 ou menores do que -3.

O teste de Mahalanobis é útil na detecção de *outliers* multivariados. Ela mensura a distância de cada ponto individual no espaço de n dimensões em relação ao centroide da amostra de dados. O centroide é o ponto cujas coordenadas são as médias das variáveis observadas. As observações com elevada distância de Mahalanobis são, potencialmente, atípicas. Não há um valor ou faixa recomendada para um dado ser considerado um *outlier*, mas a distância de Mahalanobis normalmente apresenta um valor bem mais elevado que os demais dados quando se trata de um *outlier*. Por exemplo, a maioria dos dados em uma pesquisa podem estar na faixa de 0,1 a 8,0 e aparece um dado com 198,0, sendo este obviamente um *outlier*.

3.6.3 Teste alfa de Cronbach

Conforme Field (2009), este teste representa a confiabilidade da escala, se a mesma deve, consistentemente, refletir o construto que está medindo em um questionário, por exemplo. Este método divide, aleatoriamente, o conjunto de dados em dois. Um escore para cada participante é calculado em cada metade da escala. Se a escala for confiável, o escore da pessoa numa metade da escala deve ser o mesmo (ou similar) ao seu escore na outra metade. Portanto, através de vários participantes os escores das duas metades do questionário devem ter uma correlação bastante alta. Cronbach apresentou em 1951 uma medida vagamente equivalente à separação dos dados em dois de todas as maneiras possíveis e com coeficientes de correlação calculado para cada parte. A média desses valores é o alfa de Cronbach.

Geralmente afirma-se que um valor de 0,7 a 0,8 é aceitável para o alfa de Cronbach e valores substancialmente mais baixos indicam uma escala não confiável. Kline (1999), apud Field (2009), registra que valores abaixo de 0,7 podem ser esperados no caso de construtos psicológicos, por causa da diversidade dos construtos que estão sendo medidos.

3.6.4 Medida de Kaiser-Meyer-Olkin

Conforme Field (2009), a confiabilidade da análise dos fatores/construtos depende do tamanho da amostra. Uma das maneiras de avaliar a confiabilidade é usar a medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que pode ser calculada para variáveis individuais e múltiplas e representa a razão da correlação ao quadrado para a correlação parcial ao quadrado entre as variáveis. A estatística KMO varia entre 0 e 1. Um valor de 0 indica que a soma de correlações parciais é grande relativa à soma das correlações, indicando difusão no padrão das correlações (portanto, a análise de fatores/construtos provavelmente é inadequada). Um valor próximo de 1 indica que padrões de correlações são relativamente compactos, assim, a análise de fatores deveria dar preferência a valores distintos e confiáveis. Kaiser recomenda valores maiores do que 0,5 como sendo apenas aceitáveis (valores abaixo disso devem levar à coleta de mais dados ou repensar quais variáveis incluir). Além disso, valores entre 0,5 e 0,7 são medíocres, valores entre 0,7 e 0,8 são bons, entre 0,8 e 0,9 são ótimos e valores acima de 0,9 são excelentes.

3.6.5 Teste de Mann-Whitney

Conforme Field (2009), este teste visa determinar diferenças entre médias para dados não paramétricos. A parte importante da tabela de saída do teste de Mann-Whitney é o valor da significância do teste ($p < 0,05$), que fornece a probabilidade bilateral de que a magnitude da estatística teste seja um resultado casual.

3.6.6 Teste de Kruskal-Wallis

Conforme Field (2009), este teste para determinar diferenças é a contraparte não-paramétrica da Análise de Variância e tem como base os postos dos valores. Assim como o teste de Mann-Whitney a parte importante da tabela de saída do teste de Kruskal-Wallis é o valor da significância do teste ($p < 0,05$).

3.6.7 Teste de esfericidade de Bartlett

Conforme Field (2009), este teste é baseado na matriz dos erros das variâncias-covariâncias. Ele examina se a matriz é proporcional à matriz identidade (isto é, que as covariâncias são zero e as variâncias – os valores ao longo da diagonal – são aproximadamente iguais). O teste de Bartlett testa se a hipótese de esfericidade foi satisfeita. Ele é útil somente nos

delineamentos univariados de medidas repetidas porque a MANOVA não requer essa suposição. A hipótese é verificada quando ρ é maior que 0,05; assim, as matrizes de covariâncias devem ser aproximadamente iguais. Se o valor do teste for significativo ($\rho < 0,05$), as matrizes de covariâncias são significativamente diferentes e a hipótese de homogeneidade terá sido violada.

3.6.8 Teste do ranking dos sinais de Wilcoxon

Conforme Field (2009), Wilcoxon desenvolveu este teste dos postos com sinais em 1945. Ele é utilizado em situações em que existem dois conjuntos de escores a serem comparados, mas esses escores são provenientes dos mesmos participantes. A tabela de saída do SPSS deste teste mostra a quantidade de dados que coincidem (empates) como também os Postos Negativos e os Postos Positivos. Quando ocorrem muitos empates e uma quantidade semelhante de Postos Positivos e Negativos é porque os dois conjuntos que estão sendo comparados podem ser considerados iguais. Neste caso a Significância é menor que 0,05.

3.6.9 Análise de Fatores Exploratória

Antes de mais nada queremos esclarecer que a bibliografia utiliza o termo fatores como um conjunto de variáveis. Em vez de denominar fatores, utilizaremos o termo construtos. Isto para não confundir com o termo Fatores Críticos de Sucesso que é internacionalmente utilizado na literatura do Seis Sigma.

Conforme Field (2009), a Análise de Fatores (Construtos) é utilizada quando se tenta medir coisas que não podem ser medidas diretamente (variáveis latentes ou construtos). Por exemplo, para medir a exaustão em um grupo de alunos. Não é possível medir a exaustão diretamente, mas pode-se medir aspectos da exaustão como o nível de stress, a motivação, se a pessoa tem alguma ideia nova, e assim por diante. A Análise de Fatores pode reduzir um conjunto de dados a um tamanho mais manejável enquanto se retém o máximo da informação original possível. A quantidade de construtos é uma escolha do pesquisador que procura obter uma quantidade que ele considere adequada à pesquisa sendo efetuada.

A cargas dos fatores informam o quanto uma variável contribui para formar um fator. Ela pode ser tanto um coeficiente de correlação ou de regressão. Cargas acima de 0,3 são consideradas com bom coeficiente.

A interpretação da análise de fatores melhora muito com uma técnica chamada de rotação, existindo dois tipos de rotação: a ortogonal e a oblíqua. A rotação oblíqua é utilizada quando os fatores subjacentes são supostamente relacionados ou correlacionados entre si. No nosso caso utilizamos a rotação *direct oblimin* que é a sugerida pelo por Field (2009).

3.7 ANÁLISE DE FATORES DAS PRÁTICAS DE IMPLANTAÇÃO

No que diz respeito à implantação, para medir os resultados do Seis Sigma, um construto/"Fator Resultado" foi criado, composto de quatro questões (variáveis dependentes) relacionadas com o sucesso do Seis Sigma. O teste alfa de Cronbach foi aplicado resultando em um valor de 0,835, indicando uma boa confiabilidade interna, conforme prescreve Field (2009).

Vinte e seis (26) perguntas foram relacionadas às práticas de implementação da gestão, as variáveis independentes. As análises foram realizadas utilizando estatística para as frequências das respostas na escala Likert, a correlação de Spearman e a análise fatorial/análise multivariada conforme delineado por Field (2009) e Ribas e Vieira (2011). Doze (12) das 26 variáveis independentes, aquelas com uma grande quantidade de correlações não significativas ($\text{Sig.} > 0,05$), foram excluídas.

A análise fatorial foi aplicada para as restantes 14 variáveis independentes. Para esta análise foi utilizado o método de extração "Principal Axis Factoring", que é o método mais antigo e considerado o mais utilizado, conforme explicitado em StackExchange (2013), o "Direct Oblimin" para a rotação, que é utilizado quando os fatores podem estar correlacionados. Para ao dados omissos e sem respostas (*missing* no SPSS) foi utilizado o "Exclude Cases Pairwise", pois neste caso somente são perdidos os dados omissos, em vez de todo um questionário. Suprimimos os valores com cargas abaixo de 0,3 ("Suppressed Small Coefficients"), pois os pesquisadores consideram uma carga de valor absoluto maior do que 0,3 como sendo importante (FIELD, 2009).

Importante destacar que esta análise se aplica à amostra coletada, não permitindo a extrapolação para o universo de empresas no Brasil. Para tanto seria necessário coletar outras amostras e verificar se eles revelariam a mesma estrutura dos fatores.

Verificamos a aplicação da análise de fatores conforme preconiza Field (2009). A variância total acumulada foi determinada para os três fatores. O teste alfa de Cronbach foi aplicado, incluindo a verificação se os valores de alfa melhorariam se qualquer um dos itens fossem excluídos. A análise fatorial teve uma medida de Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem de 0,781 com o teste de Bartlett de esfericidade de 683,942 com Significância $<0,001$, o que é muito bom pois menor que 0,05. O determinante da matriz de correlação foi de 0,01 (apropriado por ser mais elevado do que 0,00001), e foram encontrados 38% de resíduos não redundantes com valores absolutos maiores do que 0,05 na matriz de correlações reproduzida. Este valor é aceitável quando menor do que 50%. Assim, todos os valores testados foram adequados e uma boa confiabilidade foi alcançada para estes construtos.

No que diz respeito às práticas de gestão, com 103 respostas, quatro variáveis dependentes e 14 variáveis independentes, a amostra tem uma proporção de 25 (103/4) para as variáveis dependentes e 7 (103/14) para as variáveis independentes. Alguns autores sugerem 10 a 15 amostras para cada variável, o que seria adequado para as variáveis dependentes, mas não para as variáveis independentes. No entanto, Kass e Tinsley (1979); apud Field, 2009, sugerem um valor de 5 a 10 amostras, o que é adequado em nosso caso de uma razão amostra/variáveis de 7. Além disso, Keiser, 1974; apud Field, 2009, indica que se a KMO (medida de adequação da amostra Kaiser-Meyer-Olkin) está entre 0,7 e 0,8 os dados são bons. No nosso caso, temos $KMO = 0,770$ para as variáveis dependentes e 0,781 para as variáveis independentes, indicando uma boa amostra em ambos os casos. Além disso, os fatores têm 12 das 14 cargas acima de 0,6, o que atende a recomendação do Gudagnoli e Velicer (1998), apud Field (2009). Assim, temos um tamanho adequado de amostra para análise fatorial.

3.8 ANÁLISE DE FATORES QUANTO AOS FCSs

No que diz respeito aos FCSs, o uso da análise fatorial foi aplicado e reduziu o número de variáveis independentes de 19 para três construtos mais importantes para o sucesso do Seis Sigma. Field (2009) afirma que "um dos objetivos da análise fatorial é reduzir o conjunto de dados para um tamanho mais gerenciável, mantendo o máximo de informação original possível". No nosso caso, foi aplicada a análise fatorial para condensar os 19 FCSs à procura de um número menor de conjuntos de variáveis, os chamados construtos.

Com 104 questionários e 19 variáveis a proporção amostra/variável foi de 5,5 (104/19). Kass e Tinsley (1979); apud Field, (2009), sugeriu um valor de 5 a 10 amostras / variáveis, que é o utilizado neste trabalho. Além disso, conforme Keiser, (1974); apud Field, (2009) indicou que, se a KMO situa-se entre 0,8 e 0,9, os dados são muito bons. No nosso caso, KMO = 0,858, o que indica um bom ajuste da amostra (Hutcheson e Sofroniou, 1999; apud Field, 2009).

Além disso, uma comparação com outras pesquisas sobre FCSs do Seis Sigma em outros países foi realizada, baseada nos trabalhos consultados (vide Tabela 03).

3.9 ETAPAS DA METODOLOGIA A SER EMPREGADA

Uma cronologia das etapas percorridas, algumas das quais ocorreram simultaneamente, pode ser vista a seguir.

Busca e estudo do Referencial Teórico

A primeira etapa foi a estudo do referencial teórico, na forma da de teses e artigos científicos em periódicos qualificados.

Durante o desenvolvimento desta primeira etapa elaboramos o Artigo “Ten years of TQM and Five years of Six Sigma program in a metallurgical copper plant.” que foi aceito para apresentação no evento, em Belgrado: “Fifth International Working Conference Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches”.

Foram conseguidos alguns apoios (FAPESB, PEI, DEM), tendo o autor apresentado o mesmo no dia 03 de junho de 2009. Tratou-se de uma excelente oportunidade, pois existiu uma sessão só sobre Seis Sigma. Foi a primeira vez que uma sessão sobre este tema foi organizada neste evento, que já foi o quinto, confirmando que o Seis Sigma de fato não está ainda bem estudado na academia, na Europa. Foram cinco trabalhos apresentados cujos títulos foram:

1 - Development of a Six Sigma based continuous improvement model for mature sectors;

2 - Identifying and selecting six sigma projects;

3 - Ten years of TQM and five years of six sigma program in a metallurgical copper

Plant (o nosso trabalho);

4 - *Design of experiment case study: use of response surface methodology in*

optimization of attachment process in laser assembly;

5 - *Is your non-profit organization ready to implement six sigma?*

Mais importante de tudo foi o *networking*, pois o autor do 5º trabalho acima, Alessandro Brun, da Politécnica de Milano, Itália, convidou o apresentador/autor a escrever um artigo sobre projetos Seis Sigma aplicados ao meio ambiente; o apresentador/autor do primeiro trabalho acima convidou o autor a passar o período de exogenia na Universidade de Mondragon, na Espanha; e o coordenador geral do evento também convidou o autor a escrever artigo em conjunto, além de ter convidado o mesmo para constar na lista de “Members” para o “Sixth International Working Conference Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches”, que seria realizado em Belgrado nos dias 29/05 a 02/06/2011.

No Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP 2013, o congresso anual da Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, convidamos o professor Alessandro Brun, que proferiu uma das *key notes* do congresso.

Aproveitando a viagem foi conseguida uma reunião em Glasgow com o Professor Jiju Antony (*co-advisor*) que concordou em partilhar experiências escrevendo artigos, participando de *workshops* e apoiando na elaboração desta tese.

Seleção das empresas

A segunda etapa foi a seleção das empresas a serem estudadas. Foram delimitadas as grandes empresas industriais. Dentre os critérios de escolha tivemos o porte, acima de 100 milhões de dólares de faturamento anual; empresas de capital aberto (SA), pois as informações são mais disponíveis e seguras; empresas com mais de 100 empregados; e empresas que tenham implementado o Seis Sigma seguindo alguma metodologia padronizada. Inicialmente a ideia era contatar somente indústrias, porém fomos recomendados pelo co-orientador (estrangeiro)

a incluir segmentos de Finanças e Serviços de Saúde, para efeito de comparação, já que estes estavam utilizando o Seis Sigma na Europa e nos EUA. Foram escolhidas as empresas da nossa região: Gerdau/USIBA, AMBEV, Ford, Politéno, Caraíba, Bahia Sul Celulose, Dow Chemical, Dupont, Petrobrás, ABB, Xerox Nordeste. Do País foram escolhidas: Belgo Mineira, SADIA, Multibrás, Votorantin, AMBEV, Sony, Multibrás, ABB, Kodak, Cumins, algumas das quais que sabíamos poderiam colaborar com a pesquisa, já que o autor tem interação com dirigentes ou com Consultores que atuam nas mesmas. As empresas contatadas foram então: BRASKEM (maior petroquímica da América Latina, na Bahia); DUPONT (química, na Bahia); GERDAU (aço, na Bahia e muitos outros locais/ países, 14^a maior do mundo); SUZANO (celulose, na Bahia e em São Paulo), FORD (automotiva, na Bahia e outros locais/ países); DOW QUÍMICA (química, na Bahia e em outros locais/ países); AMBEV (cervejaria, na Bahia e em outros locais/ países, a maior do mundo associada à Interbrew e a Budwiser); COELBA (eletricidade, na Bahia); CELPE (eletricidade, em Pernambuco); DETEN (petroquímica, na Bahia); BOMPREÇO (supermercados, na Bahia, Pernambuco - uma empresa do grupo Walmart); BAHIA PULP (celulose, na Bahia); JOANES INDUSTRIAL (produtos para agricultura, na Bahia); MILLENIUM (química, eletricidade, na Bahia e em outros países – Grupo Cristal); MINERAÇÃO CARAIBA (mineração de cobre, na Bahia); MONSANTO NORDESTE (produtos para agricultura, na Bahia e em outros locais e países); VALE (mineração de ferro, na Bahia e em outros locais e países, a segunda maior do mundo); ROBERT BOSH (autopeças, na Bahia e em outros locais e países); GENERAL ELECTRIC (indústria, em São Paulo e em outros locais e países); MABE (eletrodomésticos, em São Paulo, México, etc.); HOSPITAL ESPANHOL (hospital, na Bahia); HOSPITAL SAN RAFAEL (hospital, na Bahia); HOSPITAL PORTUGUÊS (hospital, na Bahia); SADIA (processamento de carnes, no Rio Grande do Sul e outros locais e países, maior do mundo em carnes de galinha); Petrobrás (petróleo, a maior do país e uma das maiores do mundo), Multibrás (fabricante de linha branca, das maiores do país), 3M (multinacional de produtos inovadores), WEG (motores, das maiores do país), Hospitais Sírío Libanês e Albert Einstein (dois dos melhores hospitais do país), Bradesco Saúde, ALCAN, NOKIA, SERASA. Algumas destas empresas se recusaram a participar e algumas outras não estavam implantando o Seis Sigma. A relação final foi de 29 empresas que responderam aos questionários.

A terceira etapa foi o contato pessoal telefônico e via e-mail com as empresas selecionadas visando obter a autorização formal da mesma;

Elaboração do questionário

A quarta etapa, que ocorreu em paralelo com a terceira etapa, tratou da elaboração do primeiro questionário (Anexo 6) que foi enviado às empresas. Ele foi quase todo de apenas marcação de um X utilizando perguntas na escala Likert de quatro pontos, em vez de um simples Sim/Não, o que permitiu captar melhor os estágios das diversas questões (ANTONY, e BANUELAS, 2002).

O questionário buscou primeiramente, nos itens A até L, captar se a empresa de fato implantou o Sigma, há quanto tempo e se o mesmo foi precedido da implantação do TQM e ou da ISO 9001. Isto visando identificar se a empresa tem algum histórico na gestão da qualidade antes da implementação do Seis Sigma.

As questões 1 a 8 foram colocadas de forma a identificar, nesta ordem: a importância que a empresa dá ao Seis Sigma (diretamente ligado ao comprometimento da alta administração da empresa), a existência de bônus diferenciados e se a empresa continua com os programas Seis Sigma, TQM e ISO 9000. Nos itens 9 a 30 estão colocadas questões escritas de uma forma mais usual e adequada da metodologia de implantação do Seis Sigma conforme recomendado por especialistas (HARRY, 2000), (CHOWDHURY, 2001), (Gigy, 2005), (BENDEL, 2006).

A questão 31 ("Para chegar a Seis Sigma a empresa utiliza uma abordagem mais avançada, o *DFSS - Design for Six Sigma*") foi para verificar se a empresa está avançada no programa Seis Sigma e se já existe algum produto com especificações próximas de 6σ . O *Design for Six Sigma – DFSS* é a metodologia utilizada para projetar no nível 6σ . De modo geral as boas empresas trabalham entre os níveis 3σ e 4σ , não havendo nenhuma empresa no nível 5σ em uma pesquisa piloto tipo *survey* realizada entre empresas de serviços da Grã-Bretanha (ANTONY, 2004). Para chegar ao 6σ de modo geral é necessário utilizar o DFSS, isto é, já projetar o produto para o nível 6σ , estágio este em que pouquíssimas empresas chegaram.

A questão 32 ("A Empresa possui um banco de dados com os projetos 6σ concluídos") foi para captar condição "sine qua non" para a empresa ser visitada pelo autor, conforme previsto mais adiante nesta metodologia.

Um segundo questionário foi desenvolvido, inicialmente com 108 questões (Anexo 7) mas que foram reduzidas para 57 (Anexo 8). O de 108 perguntas pesquisava sobre as práticas de gestão, sobre os FCSs e sobre as ferramentas utilizadas no Seis Sigma. Para que o questionário não ficasse muito longo e com maiores chances de não ser respondido, optamos por retirar as questões ligadas as ferramentas.

Coleta dos dados

A quinta etapa constou da coleta de dados através do questionário acima citado visando obter informações sobre o Seis Sigma de cada empresa, procurando estabelecer o estágio de implantação, as práticas de gestão empregadas e a opinião sobre a importância dos FCSs. A ideia inicial era que preencheriam o questionário o Coordenador do Seis Sigma, os MBB, os BB e os GB. Porém, o orientador estrangeiro, experiente em pesquisas do Seis Sigma, solicitou que conseguíssemos que os questionários fossem preenchidos por quatro diferentes níveis hierárquicos das empresas;

Houve um quarto Questionário (Anexo 9), que foi utilizado em entrevistas semi estruturadas dentro de duas das empresas escolhidas para tal na etapa anterior, sendo uma nacional e uma multinacional. Este segundo questionário aprofundou questões abordadas no primeiro e principalmente foi utilizado como base para entrevistas que foram conduzidas pelo autor com o responsável pelo Seis Sigma, com Master Black Belts, Black Belts e Green Belts, com Gerentes/Chefias outras, bem como com alguns empregados não envolvidos com o programa.

Análise dos dados

A sexta etapa constou da análise dos questionários da etapa anterior visando processar os dados e também escolher algumas empresas que seriam visitadas. Foi utilizado o software estatístico SPSS, que é apropriado para este tipo de pesquisa.

Visita às empresas

A sétima etapa constou de visita a duas empresas visando complementar a coleta de dados que abrangeu dois tipos: verbais, documentais. Os dados verbais foram provenientes da opinião do Coordenador do programa Seis Sigma da empresa bem como dos Máster Black Belts, dos Black Belts e dos Green Belts e algo do corpo dos funcionários sobre o 6σ . Coleta de dados

documentais foi efetivada como esta metodologia aparece nas mais diversas situações como em procedimentos escritos, normas, trabalhos e relatórios existentes, em reuniões, etc;

Exogenia na Escócia

A oitava etapa constou da Bolsa Sanduíche de seis meses vivenciados no departamento de *Design, Manufacture & Engineering Management – DMEM*, da Universidade de Strathclyde, em Glasgow, Escócia, que foi identificado pelo autor como um centro mais avançado em Seis Sigma, coordenado pelo Professor Jiju Antony. Strathclyde é uma das boas Universidades da Grã-Bretanha, situando-se em 10º lugar entre 113 cursos de Business and Management Studies (ver: www.guardian.co.uk/education/universityguide);

Como resultado desta exogenia submetemos um artigo para o *THIRD EUROPEAN RESEARCH CONFERENCE ON CONTINUOUS IMPROVEMENT AND LEAN SIX SIGMA* o qual foi aprovado e apresentado no dia 28 de março de 2011, tendo sido mais uma oportunidade de *networking* entre os pesquisadores do Seis Sigma, já que este evento versou quase exclusivamente sobre o Seis Sigma. Existe também outro evento, de porte internacional, ambos criados e coordenador pelo professor Jiju Antony.

Elaboração do primeiro artigo para revista qualificada

A nona etapa constou da elaboração de um artigo contendo as observações mais importantes coletadas junto às empresas pesquisadas no que diz respeito a implantação do programa. Aqui foi verificado o quão bem as práticas que o Seis Sigma requer foram bem empregadas ou não.

Elaboração do segundo artigo para revista qualificada

A décima etapa constou da elaboração de um 2º Artigo, versando sobre a opinião dos respondentes sobre os Fatores Críticos de Sucesso – FCSs necessários ao programa Seis Sigma, independentemente se as empresas onde trabalham praticam ou não estes fatores.

Elaboração do terceiro artigo para revista qualificada

A décima primeira etapa constou da elaboração de um 3º Artigo, versando sobre a comparação do TQM vinte anos atrás com a situação atual.

Redação final da tese

A décima segunda etapa constou da redação final da tese. Tivemos um contratempo circunstancial pois que ao retornarmos da bolsa sanduiche tivemos que assumir a Chefia do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da UFBA, razão pela qual atrasamos a conclusão do doutorado. Passamos por diversos dissabores na chefia do Departamento, mas tivemos uma vitória que foi ter conseguido, junto com uma equipe, cumprir uma única meta que colocamos que foi o Curso de Engenharia Mecânica passar do conceito CPC dois (2) para o conceito quatro (4) no ENADE 2011, conquista inédita para o curso de Mecânica que sempre fora conceito três e tinha baixado para dois em 2008. E durante o triênio 2012-2014 ficou como o único curso nota 4 da Escola Politécnica. O Alcance desta meta foi uma recompensa que tivemos, pelo preço de cursar o doutorado em 7,5 anos em vez de em 5,5.

4 RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

A análise dos questionários nos permitiu uma grande quantidade de descobertas (*findings*, nos artigos que escrevemos e publicamos durante o curso). Aqui apresentamos os resultados e as análises e ao final responderemos aos objetivos específicos estabelecidos para este trabalho, que foram mostrados na Introdução.

4.1 RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS

Um total de 104 questionários foram respondidos provenientes de 29 empresas diferentes, 65% brasileiras e 35% multinacionais, todas elas com o Seis Sigma implementado e de quatro níveis organizacionais diferentes: (Gráfico 2).

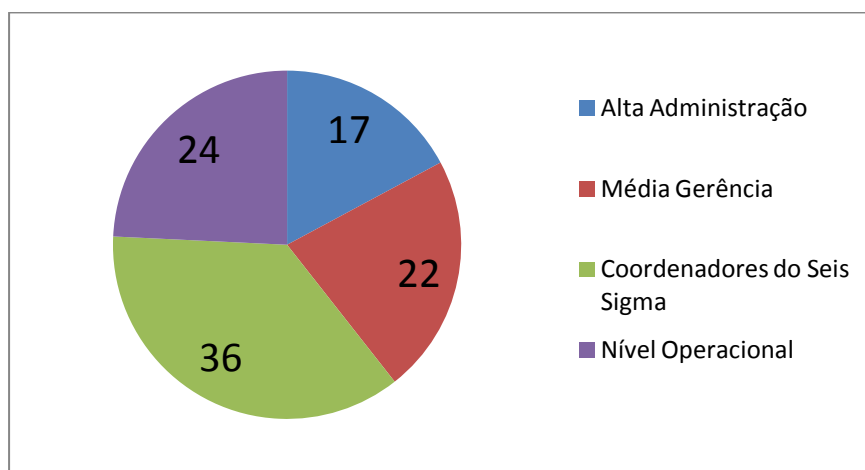


Gráfico 2 - Respondentes em cada posição da estrutura organizacional (%)

O número de respostas alcançado é alto para este tipo de pesquisa. De mais de 50 artigos pesquisados somente dois foram encontrados com tamanho da amostra maiores que o conseguido na nossa pesquisa. Quando analisando as práticas de gestão, um dos questionários foi excluído nos testes de *outliers*. Assim, na análise das práticas foram utilizados 103 questionários, mas nas análises dos FCSs foram utilizados todos os 104, pois as respostas foram consideradas satisfatórias nos testes de *outliers* destes últimos.

As empresas pesquisadas estão envolvidas nos campos de atividade apresentado no Gráfico 3.

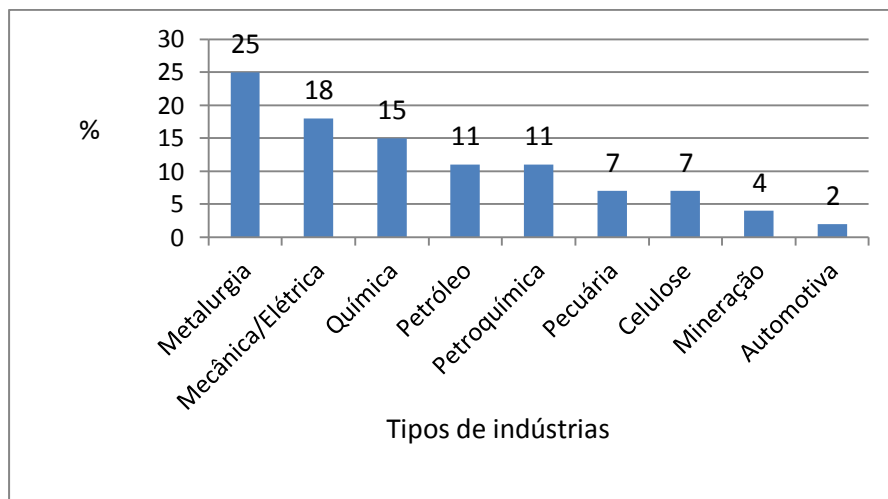


Gráfico 3 - Tipos de indústrias pesquisadas incluídas no estudo (%)

Tentamos conseguir empresas de serviços, como bancos e hospitais, sem sucesso. Todos os entrevistados (100%) foram da indústria. Este número é maior do que os valores observados em outros estudos. No entanto, em todos os estudos a predominância de empresas de manufatura é sempre observado (Dusharme, 2001; Univaso, 2009) e é consistente com outras pesquisas no Brasil (Carvalho *et al.*, 2007). As empresas pesquisadas começaram seus programas Seis Sigma entre 1999 e 2009.

O número de empregados das empresas pesquisadas pode ser observado no Gráfico 4. 76% são as empresas com mais de 500 funcionários, o que é semelhante ao de 78% observado na Argentina (Univaso, 2009) e é consistente com a literatura, indicando que o Seis Sigma é aplicado mais em grandes empresas, conforme também observado por Pulakmam e Voges (2010).

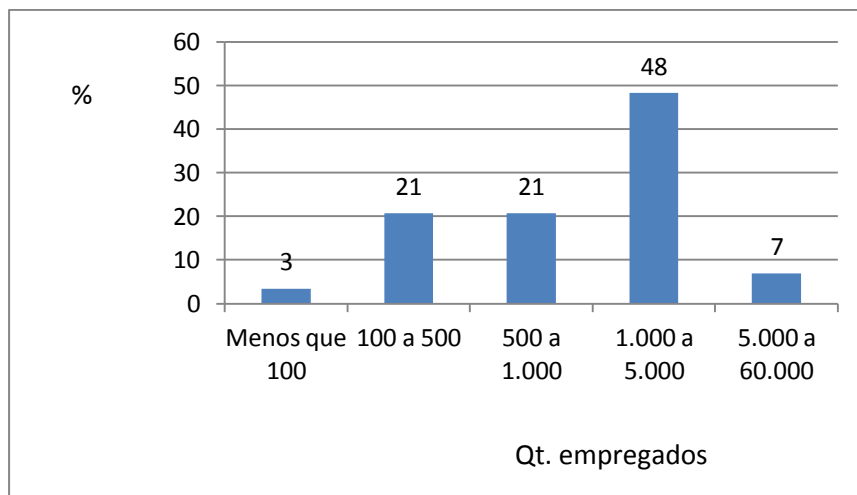


Gráfico 4 - Quantidade de empregados das empresas pesquisadas (%)

As empresas pesquisadas totalizam 155.000 empregados, sendo 2.896 *GBs*, 322 *BBs* e 27 *MBBs*. As porcentagens de *GBs*, *BBs* e *MBBs* são 1,9%, 0,2% e 0,02%, respectivamente. Esses números no Brasil são menores do que os valores observados na literatura como 50 *GBs*, 10 *BBs* e um (1) *MBB* para cada 1000 funcionários, os quais equivalem aos percentuais de 5% para os *GBs*, 1% para os *BB* e 0,1% para os *MBBs* indicando que o programa não é tão estruturado como recomendado na literatura, como em Pulakman e Voges (2010). O Gráfico 5 esclarece melhor esta questão e mostra que os profissionais ligados ao Seis Sigma nas empresas pesquisadas são em quantidades inferiores ao recomendado. Estaremos comentando mais adiante sobre este importante aspecto.

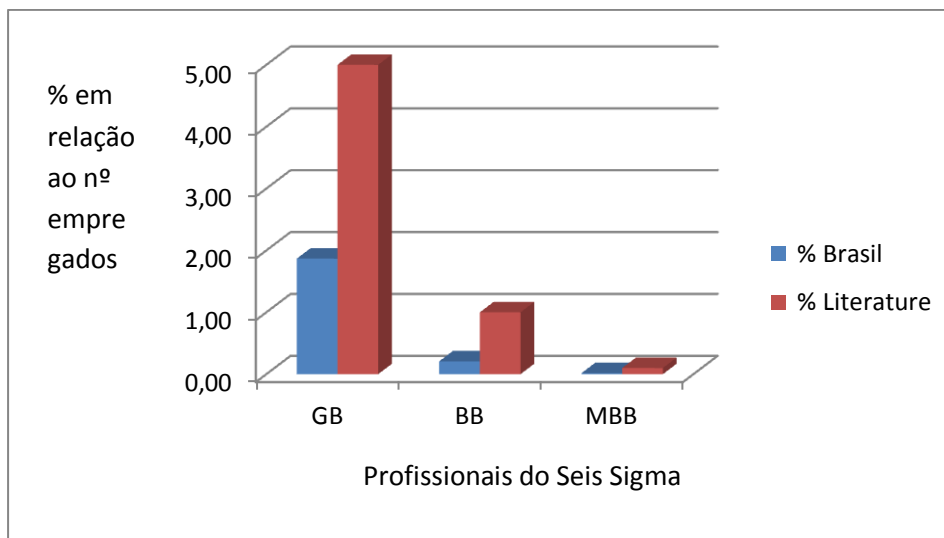


Gráfico 5 - Comparação da quantidade de GBs, BBs e MBBs no Brasil e na literatura (%)

4.2. ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DO SEIS SIGMA

Para poder contribuir com observações que pudessem ajudar a melhorar a implementação do programa Seis Sigma nas empresas no Brasil, analisamos as práticas que as empresas deveriam estar utilizando e em que grau as mesmas estão bem aplicadas ou não. Além disto, como são muitas práticas, aplicamos a Análise Fatorial, visando descobrir grandes grupos de práticas similares – construtos. A aplicação da análise fatorial foi tornada possível devido a termos conseguido um numero suficiente de respostas aos questionários.

4.2.1 Variáveis dependentes e análise fatorial

Quatro questões (variáveis dependentes) foram elaboradas para determinar se o programa esta dando bons resultados. O programa foi bem avaliado pelos entrevistados. Na escala de Likert, os respondentes indicaram entre 60 a 80% e de 80 a 100%, produzindo porcentagens acumuladas de 62,1% para o “estágio do programa”, 74,8% para aprovação da “metodologia de implantação”, 77,7% para os “resultados do programa” e 77,5% para a pergunta se “a empresa continua com o programa”. Os valores mais elevados são, precisamente, os da avaliação dos resultados (77,7%), o que é compreensível, porque o foco nos resultados é a

força do Seis Sigma. A estatística das quatro questões aqui citadas está mostrada no Anexo 3.

Como explicado na metodologia, foi criado um construto, resultante de um “fator resultado” envolvendo as quatro questões/variáveis dependentes acima mencionadas. O alfa de Cronbach deste construto é de 0,815, indicando uma boa confiabilidade para o mesmo. Observou-se também que este valor de alfa não melhorou se qualquer um dos quatro itens fossem excluídos, denotando que o construto está bem construído. No nosso caso os construtos que descobrimos são construídos pelas práticas/variáveis dependentes e independentes. Logo a seguir aplicaremos a análise fatorial para as variáveis independentes e mais adiante também aplicaremos a análise fatorial para construção de construtos formados pelos Fatores Críticos de Sucesso - FCSs. A estatística dos construtos está mostrado no Anexo 2. Na nomenclatura da análise multivariada, as variáveis (dependentes e independentes) podem ser agrupadas em construtos, mas nesse caso são chamadas de fatores. A análise multivariada é até chamada também de análise de fatores. No nosso caso, como existe o termo internacionalmente conhecido de “fatores críticos de sucesso”, para não confundir, não chamaremos os construtos de fatores, mas sim de construtos.

4.2.2 Variáveis independentes

Havia 26 variáveis independentes que foram reduzidas para 14. Doze delas mostram muitas correlações não significativas com as demais variáveis ($\text{Sig.} > 0,05$), tendo sido assim excluídas. Em seguida foram observadas as correlações de Spearman e as frequências das 14 variáveis independentes restantes. A significância de todas elas está abaixo de 0,05, demonstrando que é improvável que os resultados tenham sido obtidos por um erro de amostragem, a hipótese nula sendo verdadeira.

4.2.3 Análise fatorial das variáveis independentes

Conforme detalhado no item 3.6, a análise fatorial foi aplicada para as 14 variáveis independentes. Foi utilizado o método de extração "Principal Axis Factoring"; "Direct Oblimin" foi utilizado para a rotação; "Exclude Cases Pairwise" foi usado para os valores faltantes e "Suppressed Small Coefficients" abaixo de 0,3, conforme apregoado por Field (2009). Uma redução de dimensão muito interessante foi observada a partir das 14 variáveis independentes em três construtos como demonstrado na Tabela 5 e explicado a seguir.

Tabela 5 - Matriz Padrão e sua composição das variáveis independentes

Matriz Padrão				
Nº da Variável	Nome das Variáveis	Construtos		
		1	2	3
13	O 6 σ estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa.	0.646		
14	A empresa escolheu um de seus executivos principais para supervisionar e suportar todo o programa 6 σ (o qual pode ser chamado "Executive Champion"), que escolheu o pessoal com bastante cuidado para o programa.	0.79		
15	Os BB são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6 σ . Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem BB. Na empresa foram bem escolhidos.	0.562		
16	Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo o dinheiro/recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmark" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa.	0.768		
18	Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion".			0.73
19	Na empresa foram treinados BB e estes fazem parte de um grupo a parte da estrutura da empresa para resolver problemas.			0.868
20	Na empresa foram treinados BB e estes resolveram problemas até se graduarem, retornando após às suas áreas de origem.			0.86
23	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa.		0.72	
24	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa.		0.564	
26	Na empresa são escolhidos os projetos 6 σ proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área.		0.646	
28	A Empresa possui um banco de dados com os projetos 6 σ concluídos.	0.641		
30	A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 σ), todos estes itens bem gerenciados.		0.353	
31	A empresa possui um Sistema de Metas Anuais e um sistema de Desdobramento de Metas como o Gerenciamento pelas Diretrizes, ou outro, bem implantado.		0.644	
34	Na empresa os projetos 6 σ são acompanhados de perto pela Alta Administração.	0.764		

O construto 1 foi denominado "**Comprometimento da Alta Administração**", que é formado pelas seis variáveis 13, 14, 15, 16, 28 e 34, as quais estão diretamente ligadas com comprometimento, como observado na Tabela 6 e Figura 9. Estas variáveis são:

- 13 - O 6 σ estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa.

- 14 - A empresa escolheu um de seus executivos principais para supervisionar e suportar todo o programa 6σ (o qual pode ser chamado "Executive Champion"), que escolheu o pessoal com bastante cuidado para o programa.
- 15 - Os BB são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6σ . Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem BB. Na empresa foram bem escolhidos.
- 16 - Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo os recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmarking" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa.
- 28 - A Empresa possui um banco de dados com os projetos 6σ concluídos.
- 34 - Na empresa os projetos 6σ são acompanhados de perto pela Alta Administração.

O construto 2 foi denominado "**Sistema de Gestão e Seleção de Projetos**", composto das cinco variáveis: 23, 24, 26, 30 e 31:

- 23 - Na empresa são escolhidos os projetos 6σ provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa.
- 24 - Na empresa são escolhidos os projetos 6σ provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa.
- 26 - Na empresa são escolhidos os projetos 6σ proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área.
- 30 - A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6σ), todos estes itens bem gerenciados.
- 31 - A empresa possui um Sistema de Metas Anuais e um sistema de Desdobramento de Metas como o Gerenciamento pelas Diretrizes, ou outro, bem implantado.

As variáveis 30 e 31 estão relacionadas com o sistema de gestão das empresas. A questão 30 diz respeito ao fato de as empresas terem um bom *Gerenciamento da Rotina Diária*, enquanto a 31 se as empresas têm um bom sistema de *Gerenciamento pelas Diretrizes*. As variáveis 23, 24 e 26 estão relacionadas com três maneiras diferentes de como as empresas selecionam os

projetos Seis Sigma, seja através do *Planejamento Estratégico*, o *Benchmarking* com empresas do mesmo setor, ou a partir dos *Itens de Controle* mais importantes "críticos para a qualidade" em cada área.

O construto 3 foi denominado "**Atribuições dos Black Belts**", composto das três variáveis:

- 18 - Os "Black Belts" (BB) tem somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion".
- 19 - Na empresa foram treinados BB e estes fazem parte de um grupo à parte da estrutura da empresa para resolver problemas.
- 20 - Na empresa foram treinados BB e estes resolveram problemas até se graduarem, retornando após as suas áreas de origem.

As variáveis 18, 19 e 20, estão relacionadas com os BBs se eles *se dedicam em tempo integral para os projetos* (18), *se eles foram treinados e formaram um grupo à parte* (19) ou *se resolveram os problemas e, em seguida, voltaram para suas áreas de origem* (20).

A variância total acumulada dos três construtos foi 62,81%. O teste alfa de Cronbach foi de 0,876 para as seis variáveis independentes do construto 1, 0,731 para as cinco variáveis independentes do construto 2, e 0,887 para as três variáveis independentes do construto 3. Estes valores de alfa não melhoram se algumas das variáveis forem excluídas, indicando boa confiabilidade para estes construtos³.

Seguem observações dos achados importantes sobre as questões/variáveis independentes correlacionadas com os resultados do Seis Sigma.

4.2.4 Construto 1 – Comprometimento da Alta Administração

O construto 1 responde por 34% da variação acumulada, portanto, é de longe o mais importante dos três construtos. As práticas de gestão que compõem este construto estão sendo bem utilizadas pelas empresas no Brasil. Este achado é validado em outros trabalhos, pois o Comprometimento da Alta Administração aparece em primeiro lugar na maioria das pesquisas

³ Faz parte do teste alfa de Cronbach uma verificação que consiste da checagem se o valor de alfa aumenta se alguma variável for eliminada. Caso isto ocorra, retira-se a variável do construto. No nosso caso isto não foi necessário, pois o valor de alfa manteve-se quando da simulação das retiradas das variáveis, indicando estarem os construtos adequados.

sobre os fatores críticos de sucesso para o sucesso do Seis Sigma, como em Coronado e Antony (2002); Antony *and* Desai (2009). Isto é corroborado também por um dos criadores do Seis Sigma, Michael Harry, *apud* Dusharme (2006): “Liderança é 99% responsável para uma boa instalação do Seis Sigma”.

Examinando mais de perto o construto 1, podemos ver que as seis práticas de gestão estão sendo bem adotadas pelas empresas, o que concorda com os resultados de outros estudos, como o de Dusharme (2001). No entanto, há uma prática que requer um ajuste (questão 16 do questionário), relativa ao papel que deve ser exercido pelos Champions. Estaremos comentando mais detalhadamente sobre esta questão nos Objetivos Específicos.

4.2.5 Construto 2 – Sistema de gestão e seleção de projetos

O construto 2 é composto por cinco questões/variáveis independentes (ver Tabela 6). A questão 24 requer comentários, que apresentamos mais abaixo. As questões 31, 30, 23 e 26 aparecem como pontos fortes das empresas pesquisadas.

A questão 31 refere-se ao Gerenciamento pelas Diretrizes (GPD). Esta prática gerencial permite a fixação de metas anuais e o conseqüente desdobramento das mesmas para todas as diferentes áreas e setores da organização e, portanto, é essencial para um bom programa Seis Sigma. Esta prática facilita a seleção dos projetos. Esta questão tem a maior percentagem de respostas entre 60 e 100% (89,2%) e apenas 2% entre 0 e 40%, o que significa que as empresas têm ótimos GPDs instalados. Este resultado é esperado porque 86% das empresas tiveram TQM durante muitos anos antes do Seis Sigma, e o GPD é um dos processos do TQM. Juran (1989) ensinou que quatro a seis anos são necessárias para atingir um processo bem estabelecido de GPD em uma empresa. Como as empresas pesquisadas têm maturidade na gestão da qualidade o desdobramento de metas é um dos pontos fortes destas empresas.

A questão 30 diz respeito ao Gerenciamento da Rotina do Dia-a-dia (GRD). Esta prática permite que os processos sejam bem definidos, que haja medições e dados confiáveis sobre esses processos. Esta prática significa que existe uma cultura de análise de falhas, busca da causa raiz dos problemas, uma metodologia de resolução de problemas, antes do programa Seis Sigma, o que facilita a implantação deste programa. Esta prática é essencial para a perenização do programa, porque uma rotina bem estabelecida leva a melhorias permanentes. Esta questão aparece muito bem avaliada pelos respondentes, com 67,0% das respostas entre

60 e 100%, com Sig. = 0,010. No entanto, deve ser notado que 25,2% das respostas situaram-se entre 40 e 60%. Esta faixa de classificação é a segunda pior entre 40-60% entre as 14 variáveis independentes. Este número indica que o Gerenciamento da Rotina existe, mas muitas vezes não é bem aplicado. Este achado é compreensível, porque um dos maiores desafios para uma empresa é ter processos estáveis. E este é o objetivo do Seis Sigma, buscar baixas taxas de erros por milhões de oportunidades.

As questões 23, 24 e 26 do construto 2 dizem respeito à forma como as empresas selecionam projetos Seis Sigma. Para obter uma compreensão mais profunda da questão, as respostas às seis perguntas (22 a 27) a respeito de como as empresas selecionam os projetos, são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Questões relacionadas à como os Projetos Seis Sigma são selecionados

Questão		Na empresa são escolhidos os projetos 6σ partindo dos problemas junto aos clientes.	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa.	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa.	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ pelos Gerentes/"Champions" de cada área.	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área.	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ mais simples e fáceis de modo aos candidatos a BB e GB treinarem na metodologia.
Questão N°		22	23	24	25	26	27
Coef. Correlação Spearman (c/ o construto Resultado)		.052	.340**	.285**	.210*	.296**	-0.166
Sig. (2-caudas)		.604	0.001	0.004	.036	0.003	.095
N		102	101	100	100	101	102
Frequencias	60-80% e 80-100%	50.5	89.2	52.5	64.4	76.5	54.4
	40-60%	27.2	3.0	21.8	24.8	12.7	29.1
	0-20% e 20-40%	22.3	7.8	25.7	10.9	10.8	16.5

As empresas pesquisadas selecionam projetos principalmente através do Planejamento Estratégico como indicado na questão 23. No total, 89,2% responderam enfaticamente (entre 60 e 100%), que é a mais alta percentagem de respostas entre 60 e 100%, com Sig. = 0,001. Esta prática é uma das principais do Seis Sigma e também reconhecida em outros estudos, como por Dusharme (2006).

O terceiro método que as empresas utilizam para selecionar projetos Seis Sigma é o indicado na questão 24 (os projetos Seis Sigma são selecionados através de *benchmarking* com empresas do mesmo setor). Apenas 52,5% responderam que os projetos Seis Sigma são selecionados por *benchmarking*, o que é compreensível, pois a Fundação Brasileira para o Prêmio Nacional da Qualidade - FPNQ (FPNQ, 2005) já indicava que o *benchmarking* é uma das práticas menos desenvolvidas em empresas que concorrem a este prêmio no Brasil. De acordo com a Tabela 8, há uma correlação entre este item e o sucesso do Seis Sigma de 0,280 com uma significância de 0,004. Assim, pode-se concluir que as empresas brasileiras devem usar mais de *benchmarking* para a seleção de projetos Seis Sigma, pois esta prática é essencial para a competitividade. *Benchmarking* é uma maneira de identificar as lacunas que podem ser reduzidas por meio dos projetos Seis Sigma. Corroborando isto, Pyzdek (2003) coloca que dentro do arsenal do Seis Sigma está o *benchmarking*. O Brasil não está em uma boa posição (51^a posição em 60 países) no *ranking* da competitividade do desempenho geral (IMD, 2013). Um processo de *benchmarking* pode orientar as direções para a seleção dos projetos Seis Sigma. O Brasil tem a competitividade entre metade e um terço dos EUA, o que também representa um desperdício de recursos de um modo geral (perdas), o que pode ser minorado com a solução de problemas apontados no *benchmarking*. Por exemplo, uma empresa metalúrgica Brasileira tem 900 funcionários, mas existe uma planta similar no Japão que tem a mesma produção, mas que trabalha com 300 pessoas (Jesus, 2000), sendo assim o *benchmarking* uma fonte para se buscar os projetos estratégicos a serem atacados.

As questões 22, 25 e 27 estão relacionados à seleção de projetos, e foram excluídas, pois elas não estavam relacionadas com o construto 2. A questão 22 diz respeito à escolha dos projetos a partir das necessidades dos clientes e não apresentou significância com os resultados (Sig. = 0,604). Segundo os respondentes é a 6^a e última maneira de selecionar projetos por parte das empresas pesquisadas, o que é uma surpresa, pois o Seis Sigma tem um foco nas necessidades

dos clientes. Outra pesquisa no Brasil confirma esta conclusão, como a de Carvalho *et al* (2007). Mais adiante comentaremos mais sobre esta questão.

A questão 27 (Na empresa são selecionados os projetos mais simples e mais fáceis a fim de habilitar os candidatos a treinarem na metodologia Seis Sigma) tem uma correlação negativa de -0,166, mas com Sig. = 0,096, o que indica que é provável que os resultados obtidos contenham um erro de amostragem. Mesmo estatisticamente não significativo gostaríamos de comentar que esta é a quarta maneira utilizada pelas empresas pesquisadas para selecionar seus projetos (Tabela 3). As empresas têm razão em não usar esta prática. No entanto, 17 entrevistados (16,5%) responderam entre 0-40%. Essas empresas selecionam projetos Seis Sigma para fins de treinamento, o que é uma prática que deve ser evitada, já que treinamento não é o foco da implantação do Seis Sigma. Essas empresas fornecem o treinamento em sala sobre o Seis Sigma e selecionam projetos simples para que os treinandos pratiquem a metodologia. Em vez disso, a empresa deve escolher projetos importantes, que possam promover excelentes resultados, isto é, os treinandos devem se concentrar na execução de projetos para melhorar as métricas corporativas globais, como defendido por Breyfogle (2005). Como os projetos Seis Sigma não são de curta duração, escolher projetos simples ou fáceis para efeito de treinamento tira o foco nos resultados financeiros contribuindo para que a alta administração se desinteresse pelo Seis Sigma.

Nos Objetivos Específicos comentaremos mais sobre as práticas que compõem o construto 2.

4.2.6 Fator 3 – Atribuições dos *Black Belts*

O construto 3 está relacionado com a infraestrutura de como as empresas planejaram o treinamento e a consequente solução de problemas pelos BBs. O construto 3 é composto por três questões/variáveis independentes.

A situação das empresas pesquisadas em relação ao construto 3 é praticamente a mesma para as três variáveis que o compõem. Apenas cerca de 30% dos entrevistados responderam fortemente entre 60-100% às questões 18, 19 e 20, indicando que na maioria das empresas os BBs não são um grupo à parte da empresa para resolver problemas e que eles não funcionam

em tempo integral com os projetos Seis Sigma, o que não é uma situação desejável, conforme corroborado por Dusharme, 2001.

Além disto os BBs continuam a trabalhar no dia a dia em suas áreas originais de trabalho, o que atrapalha a conclusão dos projetos. Estas perguntas têm boas correlações com os resultados do Seis Sigma: 0,415; 0,389 e 0,303; respectivamente, sendo assim o papel dos BBs é um ponto fraco na maioria das empresas no Brasil. Sem dedicação em tempo integral os projetos demoram, assim como os resultados do programa.

Nos Objetivos Específicos comentaremos mais sobre as práticas que compõem o construto 3.

4.3 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCSs) DO SEIS SIGMA

Após as análises sobre as práticas de gestão as quais os respondentes foram solicitados a informar sobre a situação delas nas suas empresas (como os respondentes veem as mesmas sendo praticadas nas suas empresas), vamos agora analisar os Fatores Críticos de Sucesso – FCSs, algo bastante explorado na literatura internacional. Para estes foi solicitado aos respondentes informarem suas prioridades/ordem de importância dos mesmos, independentemente se a empresa valoriza os mesmos ou não, isto é foi solicitada a opinião pessoal sobre a importância de cada FCSs.

Primeiramente vamos mostrar a ordem de importância que os respondentes informaram na nossa pesquisa (Gráfico 6). Em seguida vamos fazer comparações com os artigos consultados no Brasil e em então uma análise mais completa contemplando os 26 artigos consultados dos outros países. Os 71 FCSs encontrados estão mostrados no Anexo 1.

Dezenove (19) FCSs são mostrados no Gráfico 6, que contém o número (1 a 19, representando as questões 39 a 57 do questionário) e o nome dos FCSs. A barra representa a ordem de importância dada pelos respondentes, independentemente se as empresas onde trabalham praticam ou não os citados FCSs.



Gráfico 6 - Fatores Críticos de Sucesso – indústrias no Brasil (o número à frente do FCS refere-se à questão do questionário)

4.3.1 Quatro FCSs que coincidem com estudos no Brasil

Foram comparados os FCSs do nosso estudo com cinco outros estudos encontrados no Brasil. Um dos estudos investigou oito FCSs (Trad e Maximiano, 2009), outro estudo investigou 11 FCSs (Rebelatto e Oliveira, 2006) e outro estudo investigou 12 FCSs (Cabrera Jr., 2006). Dois dos estudos investigaram três FCSs (Pinto, Carvalho e Ho, 2006) e o outro quatro FCSs (Kasahara e Carvalho, 2003). O Quadro 5 mostra as cinco primeiras posições dos FCSs da nossa pesquisa e das demais pesquisas consultadas no Brasil.

FCSs, esta Pesquisa	FCSs, demais Pesquisas no BRASIL
Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio	Treinamento
Comprometimento da Alta Administração	Comprometimento da Alta Administração
Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito	Seleção e priorização de projetos
Treinamento	Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio
Seleção e priorização de projetos	Capital financeiro da empresa

Quadro 5 - Posição dos FCSs da nossa pesquisa e das pesquisas no Brasil

Pode ser observado no Quadro 5 que quatro FCSs coincidem nas primeiras cinco posições de importância dada pelos respondentes do nosso estudo e nos cinco estudos no Brasil. Estaremos comentando mais sobre isto mais adiante, no item 4.7.9.

4.3.2 Quatro FCSs que coincidem no Brasil/outros países

Comparamos os FCSs das empresas pesquisadas com os 26 artigos consultados nos quais encontramos 71 FCSs diferentes. A Tabela 04 mostra os vinte primeiros colocados, definidos conforme critérios mostrados no item 2.11. Um artigo analisou apenas três FCSs e outro artigo examinou a grande quantidade de 25 FCSs, que foi o número máximo de FCSs encontrados. O número de FCSs mais encontrados foi entre 11 e 13, que constaram de oito estudos. Quatro estudos analisaram oito FCSs. Somando todos os 26 artigos sobre FCSs estudados é que chegamos ao total de 71. No nosso trabalho pesquisamos 19 FCS. O Quadro 6 mostra os seis primeiros colocados na nossa pesquisa e em todos os *papers* consultados.

FCS, esta Pesquisa	FCS, demais Pesquisas
Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio	Comprometimento da Alta Administração
Comprometimento da Alta Administração	Treinamento
Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito.	Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes
Treinamento	Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio
Seleção e priorização de projetos	Mudança cultural
Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio	Seleção e priorização de projetos

Quadro 6 - Posição dos FCSs da nossa pesquisa e de todas as 26 pesquisas consultadas

Mais uma vez, como foi observado no Brasil, encontramos quatro FCSs que aparecem repetidamente, desta vez entre os seis primeiros: *4-Comprometimento da alta administração; 19-treinamento; 9-Ligação do Seis Sigma com as estratégias dos negócios e 15-Seleção e priorização de projetos*, validando assim os resultados de nossa pesquisa. Estaremos comentando mais sobre isto no item 4.7.10.

4.3.3 FCSs que não coincidem com outros estudos

Os FCSs da nossa pesquisa que não coincidem com outros estudos são a Infraestrutura organizacional do Seis Sigma (*MBBs, BBs, GBs, etc.*); a Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes; a Mudança cultural.

A Infraestrutura Organizacional é extremamente importante, sendo que verificamos estar carente nas nossas empresas, conforme mostra a Tabela 7. Teceremos mais comentários tanto este FCS quanto sobre os outros dois acima citados no item 4.4.10.

Tabela 7 - Quantidades e percentuais de *GBs, BBs e MBBs* das empresas pesquisadas contra as quantidades encontradas na literatura

INFRAESTRUTURA DE PROFISSIONAIS DO SEIS SIGMA	EMPRESAS PESQUISADAS		QUANTIDADES RECOMENDADAS (Pulakman e Voges, 2010)		Percentual real/recomendada (%)
	Qt. nas Empresas Pesquisadas, no Brasil	Percentual em relação ao total de 155.000 empregados (%)	Percentual recomendado na literatura mundial (%)	Qt. que deveria haver, pela literatura	
<i>GBs</i>	2.896	1,87	5,0	7.750	37
<i>BBs</i>	322	0,21	1,0	1.550	21
<i>MBBs</i>	27	0,02	0,1	155	17

4.3.4 Comparação entre FCSs de dois períodos diferentes.

O número de respostas à pesquisa permitiu duas comparações que não são encontradas em outras pesquisas sobre FCSs, pois não observamos essas comparações em qualquer um dos artigos estudados. A primeira comparação é determinar se existem diferenças nos FCSs em empresas que embarcaram em Seis Sigma entre 2000-2004, contra as empresas que embarcaram no Seis Sigma entre 2005-2009.

Nossa hipótese é que, ao longo dos anos, vários FCSs poderiam mudar a ordem de importância, isto é, uma empresa que iniciou o Seis Sigma entre 2000-2004 poderia avaliar a importância de alguns FCSs diferentemente de empresas que iniciaram o Seis Sigma entre 2005-2009 (programas mais recentes), por conta de distintos momentos históricos e níveis de maturidade da tecnologia. Por exemplo o FCS Comprometimento da Alta Administração poderia ser avaliado como mais importante nas empresas com programas mais recentes (entre 2005-2009), pois no início o apoio da Alta Administração poderia ser julgado mais importante. Mas oito dos 19 FCSs mantiveram a mesma avaliação e a maioria variou pouco.

Pela média da avaliação, um FCS como “Mudança cultural” poderia ser avaliado como mais importante no início do programa. Depois de anos a mudança cultural pode estar enraizada e não ser então percebida como muito importante entre outros FCSs. Este FCS foi dado uma importância exatamente igual, no 13º lugar tanto nos respondentes das empresas que implementaram o Seis Sigma entre 2000 e 2004 quanto as que o fizeram entre 2005 e 2009.

Um dos FCSs que mais variou, observando pela média, foi o “Sistema de Metas e desdobramento das mesmas” que foi dada importância no 12º lugar nas empresas entre 2000 e 2004 e ocupou o 5º lugar entre 2005 e 2009. Isto significaria que as empresas mais maduras em Seis Sigma valorizam mais a necessidade de fixação de metas e o desdobramento das mesmas que aquelas que iniciaram o programa há menos tempo.

Outro FCS que variou foi a “Integração do Seis Sigma com os resultados financeiros”, que teve avaliação de importância no 4º lugar nas empresas que implementaram o Seis Sigma entre 2000 e 2004, e no 10º lugar nas com Seis Sigma, entre 2005 e 2009.

No entanto, o teste de Mann-Whitney mostrou que apenas o CSF 8-Integração do Seis Sigma com os resultados financeiros/contábeis diferiu entre os dois grupos de empresas e com uma significância de 0,047, muito próximo ao limite de 0.050. Apenas um FCS entre 19 deles apresentou uma diferença, o que está dentro do erro estatístico. A conclusão é que não se pode afirmar que haja diferenças nos FCSs entre os dois grupos de empresas que embarcaram em Seis Sigma dentro dos dois períodos acima mencionados.

4.3.5 Comparação FCSs por quatro níveis organizacionais

A ordem dos FCSs dadas pelo total dos respondentes e por cada um dos quatro níveis organizacionais é apresentado na Tabela 8. Para efeito da análise são apresentados os 11 FCSs mais importantes.

A nossa expectativa era de que existiriam diferenças de FCSs na avaliação dos empregados dos quatro níveis organizacionais. A alta administração, os Coordenadores do Seis Sigma, os da Média gerência e os do Nível Operacional poderiam ter opiniões diferentes sobre a importância de vários FCSs. Na verdade eles têm opiniões diferentes quando analisamos pelas médias, como mostra a Tabela 8. Mas estas diferenças têm alta dispersão nas respostas fazendo com que as diferenças não possam ser confirmadas estatisticamente.

Tabela 8 - Ordem de importância dos FCSs do total dos respondentes e de cada um dos quatro níveis organizacionais

FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO	RESPOSTAS TOTAIS	ALTA ADMINISTRAÇÃO	MÉDIOS GERENTES	FACILITADORES SEIS SIGMA	NÍVEL OPERACIONAL
9-Ligação do 6 σ com a estratégia do negócio.	1°	2°	2°	2°	3°
4-Comprometimento da Alta Administração.	2°	4°	1°	6°	2°
1-Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas.	3°	9°	5°	1°	1°
19-Treinamento	4°	1°	11°	3°	4°
15-Seleção e priorização de projetos.	5°	3°	10°	5°	12°
17-Sistema de metas anuais e de desdobramento das mesmas.	6°	6°	6°	10°	5°
12-Monitoramento dos projetos e revisões.	7°	8°	3°	7°	9°
8-Integração do 6 σ com os resultados financeiros/contabilidade.	8°	10°	9°	4°	8°
3-Compreensão da metodologia Six Sigma.	9°	5°	8°	9°	10°
5-Escolha das pessoas para o 6 σ .	10°	7°	7°	8°	12°
11-Ligação do 6 σ com os interesses dos clientes.	11°	11°	4°	13°	15°
Valid N (listwise)*	99	16	21	37	25

*Valid N (listwise) mostra a quantidade de respostas válidas

Seguem alguns exemplos de diferentes avaliações pelos quatro níveis organizacionais vistos na Tabela 8.

Podemos verificar que o pessoal da Alta administração avaliou o FCS *11- Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes*, no 11° lugar, os facilitadores classificaram-no no 13° lugar, o pessoal da Média gerência no quarto lugar, e aqueles que estão no nível operacional classificaram o citado FCS no 15° lugar. Neste caso a avaliação que mais se aproxima dos estudos internacionais é a avaliação da Média Gerência, pois este item aparece de modo geral nos primeiros lugares nos artigos pesquisados.

Os Coordenadores do Seis Sigma e o pessoal do Nível operacional são os que deram maior importância ao FCS *1- Um ambiente de confiança, ética, integridade e respeito pelas pessoas*.

Eles escolheram este FCS na primeira posição, enquanto a Alta administração colocou este FCS na nona posição e a Média Gerência na quinta posição. Pensamos ser isto compreensível uma vez que os Coordenadores e Operadores são os níveis organizacionais que possuem menos poder nas empresas de um modo geral, são os que mais podem sofrer com um clima organizacional ruim. Esta avaliação seguiu justamente na ordem hierárquica: Alta Administração – 9º; Média Gerência – 5º; Coordenadores e Operadores – 1º, seguindo assim a escala inversa da hierarquia do poder na organização.

Ainda sobre o FCS “Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas”. Ele aparece em terceiro lugar em nossa pesquisa e não foi pesquisado na maioria dos artigos consultados. A terceira colocação na nossa pesquisa mostra que este item tem uma grande importância para as empresas no Brasil. Este FCS, que pode ser considerado similar ao “moral”, ou “clima organizacional”, só foi pesquisado em três dos 26 artigos que estudamos. Em uma pesquisa sobre Seis Sigma na Índia (Antony e Desai, 2009, pp. 420) foi pesquisado se o programa Seis Sigma contribuiu para melhora do moral dos empregados e a resposta foi que isto não ocorreu. Em outro artigo, específico sobre FCSs em indústrias na Índia este item não foi incluído na pesquisa (Desai, Antony e Patel, 2012). Existe assim uma discrepância de avaliação entre a nossa pesquisa e os trabalhos que pesquisaram este item, significando que este tema necessita de maiores aprofundamentos, podendo ser feito em outras pesquisas em nível internacional para nivelar os conhecimentos obtidos no tema de forma a melhor subsidiar a implementação de programas Seis Sigma.

Alguns outros FCSs também tiveram avaliações diferentes dos quatro níveis organizacionais como pode ser visto na Tabela 8, como por exemplo, o *Treinamento*, que estranhamente foi avaliado na 11ª posição pela Média Gerência, enquanto que os outros três níveis organizacionais avaliaram nas posições 1ª, 3ª e 4ª, mais condizentes com as avaliações das pesquisas internacionais estudadas. A Média Gerência também avaliou a *Seleção e priorização dos projetos* na 10ª posição, não condizente com as avaliações internacionais que colocam este item entre os primeiros.

Apesar de várias diferenças de avaliação dos diferentes níveis organizacionais, a aplicação do teste de Kruskal-Wallis mostrou que apenas o FCS 19- *Treinamento* foi demonstrado que têm diferenças estatística entre as quatro níveis. Dado que apenas um entre 19 FCSs apresentou uma diferença significativa, isto está dentro do intervalo de erro de amostragem. Concluimos

assim que não há diferenças estatísticas na percepção dos FCSs pelos quatro níveis organizacionais pesquisados. Contudo, observam-se importantes diferenças de percepção quando se avalia qualitativamente as diferenças encontradas, conforme mostrado acima.

4.3.6 Análise multivariada nos FCSs

A quantidade de respostas aos questionários possibilitou uma aplicação mais robusta que a maioria dos trabalhos similares através da aplicação da Análise Multivariada/Análise de Fatores. A aplicação desta possibilitou a redução dos 19 FCSs organizando-os em três construtos, que serve para resumir e tornar mais claro o essencial dos FCSs, como mostrado na Tabela 9.

A análise por meio do teste alfa de Cronbach indicou uma boa confiabilidade dos construtos encontrados. Mas não foi possível validar os três construtos obtidos porque em apenas um dos 26 artigos pesquisados (Sharma e Chetiya, 2012), da Índia, foi aplicada uma análise fatorial, mas que ainda assim apresenta diferentes construtos, pois foi realizada com uma baixa (insuficiente, conforme a literatura) relação amostra/variáveis (relação de 1, enquanto que no nosso caso a relação é de 5,5) e com diferentes FCSs.

Como no caso das práticas, foi usado o "Principal Axis Factoring" para o método de extração, o "Direct Oblimin" para a rotação, o "Exclude Cases Pairwise" para os valores em falta e "Suppressed Small Coefficients" para os valores inferiores a 0,4, o que os pesquisadores consideram importantes quando os coeficientes são maiores que esse número (FIELD, 2009).

A variância total acumulada explicada de 56,48% foi determinada para os três construtos. Os restantes 43,52% têm baixos autovalores iniciais que podem ser descartados, conforme Field (2009). Foi testada a análise de fatores para quatro e para dois construtos. Com quatro construtos, os *Eigenvalues* iniciais eram todos maiores do que 1, mas um dos construtos tinha apenas um FCS. Com dois construtos, a variância total acumulada explicada foi menor, igual a 49,20 % e dois autovalores iniciais acima de 1 foram deixados de fora. Com três construtos apenas um *Eigenvalue* inicial foi deixado de fora e todas os três construtos foram equilibrados, com nove, três e cinco FCSs em cada construto. Conforme recomendado por Field (2009) "A análise fatorial é uma ferramenta de exploração, por isso deve orientar o pesquisador na tomada de várias decisões: você não deve deixar o computador fazer isso". Assim, decidimos manter em três os construtos. Na aplicação do teste alfa de Cronbach a

análise fatorial teve uma medida da adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de 0,858, o teste de esfericidade de Bartlett de 949.233 e uma Sig. <0,001. O teste alfa de Cronbach foi de 0,880 para o construto 1; 0,743 para o construto 2 e 0,780 para o construto 3, indicando uma boa confiabilidade para os mesmos.

Tabela 9 - Matriz Padrão com os três construtos, os seus FCSs e as cargas

PRINCIPAIS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO		Requisitos para o programa Seis Sigma	Sistema de Gestão da empresa	Comprometimento da alta administração e estratégias para o Seis Sigma
1	Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas		.730	
2	Clima organizacional da empresa		.713	
3	Compreensão da metodologia <i>Six Sigma</i>	.724		
4	Comprometimento da Alta Administração			.513
5	Escolha das pessoas para o 6σ	.494		
6	Gerenciamento da rotina do dia-a-dia		.546	
7	Infraestrutura organizacional do 6σ (<i>Champions, MBB, BB, GB, etc.</i>)	.595		
8	Integração do 6σ com os resultados financeiros/contabilidade			.594
9	Ligação do 6σ com a estratégia do negócio			.724
10	Ligação do 6σ com os interesses dos Empregados			.561
11	Ligação do 6σ com os interesses dos clientes			.630
12	Monitoramento dos projetos e revisões			
13	Mudança cultural	.557		
14	Programa de incentivos/bônus diferenciados	.698		
15	Seleção e priorização de projetos	.795		
16	Sistema de <i>Benchmarking</i> bem Implantado	.459		
17	Sistema de metas anuais e de desdobramento das mesmas			
18	Sistemas de Comunicação	.510		
19	Treinamento	.723		

Denominamos o construto 1 como "**Requisitos para o programa Seis Sigma**", que é composto por nove variáveis/FCSs, 3, 5, 7, 13, 14, 15, 16, 18 e 19:

- Compreensão da metodologia Seis Sigma;

- Escolha das pessoas para o Seis Sigma;
- Infraestrutura organizacional (*MBB, BB, GB, etc.*);
- Mudança cultural;
- Pagamentos relacionados ao desempenho;
- Seleção e priorização de projetos;
- Sistema de *benchmarking*;
- Sistemas de comunicação;
- Treinamento.

Este nove FCSs estão diretamente relacionadas com importantes requisitos do Seis Sigma. Este construto ficou bem estruturado, pois dele constam fatores críticos de sucesso importantes para o Seis Sigma e que devem ser adotados pelas empresas que desejem ter bons resultados com este programa.

O construto 2 foi denominado "**Sistema de gestão da empresa**", que é composto de três FCSs:

- Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito pelas pessoas; Clima organizacional da companhia;
- Clima organizacional da companhia;
- Gerenciamento da rotina diária.

Os FCSs 1 e 2 (Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito pelas pessoas; Clima organizacional da companhia) dizem respeito às empresas terem um bom ambiente de trabalho, e do item 6 (Gerenciamento da rotina diária), que está relacionado com uma gestão previsível da rotina. Como implementar um sistema avançado de gestão como o Seis Sigma se a empresa não tem uma rotina do dia-a-dia sob controle? Para ter isto a empresa precisa ter um bom sistema de padronização, procedimentos operacionais para as tarefas mais importantes, um sistema de análise de falhas implantado, bem como análise das falhas recorrentes que devem ser atacadas via um método de solução de problemas. Isto não existindo, o mais provável é que os problemas resolvidos pelo Seis Sigma retornem aos desempenhos anteriores com o passar do tempo. Este construto constitui uma base sólida de gestão para uma boa implementação do programa Seis Sigma, o que está relacionado com uma gestão previsível da rotina.

O construto 3 foi denominado "**Comprometimento da alta administração e estratégias**".

Cinco itens compõem este construto:

- Comprometimento da alta administração;
- Integração do Seis Sigma com os resultados financeiro-contábeis;
- Ligação do Seis Sigma com a estratégia de negócio;
- Ligação do Seis Sigma com os interesses dos trabalhadores;
- Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes;

O FCS 4 (*Comprometimento da alta administração*) se relaciona com comprometimento com o Seis Sigma e os FCSs 8, 9, 10 e 11 (*Integração do Seis Sigma com os resultados financeiro-contábeis; Ligação do Seis Sigma com a estratégia de negócio, Ligação do Seis Sigma com os interesses dos trabalhadores, Conexão do Seis Sigma com os interesses dos clientes*) se relacionam com as estratégias da Alta Administração aos *stakeholders* - clientes, acionistas e funcionários.

Este construto ficou muito bem delineado uma vez que relaciona o comprometimento da alta administração com o programa Seis Sigma. Além disto relaciona este comprometimento da alta administração com as estratégias fundamentais de qualquer empresa que é o foco nos resultados financeiro-contábeis, o foco do Seis Sigma com as estratégias do negócio, centrando assim os projetos no que interessa, e não em projetos não prioritários e até projetos para treinamento na metodologia que é algo que ocorre erroneamente em algumas empresas. Além disto temos o foco nos clientes e nos empregados/colaboradores, sem os quais é muito difícil um programa ter sucesso.

4.4 RESPOSTAS AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Uma vez realizadas as análises multivariadas remetemos agora aos Objetivos Específicos que foram relacionados no item 1.5. A ideia é analisar melhor as diversas questões que nos deparamos na nossa pesquisa. Algumas destas análises podem ser repetidas às que já foram apresentadas, porém procuramos agregar análises mais detalhadas e aprofundadas. Passamos assim às respostas quanto aos objetivos específicos.

4.4.1 Empresas que mais estão implantando o Seis Sigma

Conforme o SEBRAE (2015) uma média empresa é aquela que possui entre 100 e 499 funcionários no caso de indústria e entre 50 e 99 no caso de empresa comercial ou de serviços. Na União Europeia é também considerada uma média empresa aquela com menos de 100 empregados. As classificações levam em conta também o faturamento bruto anual como, por exemplo, o BNDES considera média empresa abaixo de R\$90.000.000,00 e a União Europeia considera abaixo de EU\$50.000.000,00 que equivale a R\$150.000.000,00. O IBGE considera um valor maior de R\$3.600.000,00 como média empresa.

Para efeito de nossa pesquisa, consideraremos como média empresa aquela entre 100 e 500 empregados, conseqüentemente como grande empresa aquelas com um número maior de 500 empregados.

Temos então na nossa amostra 3% de pequenas empresas e 21% de médias empresas, totalizando assim 76% de grandes empresas, todas industriais. Este número é semelhante ao de 78% observado na Argentina (Univaso, 2009) e é consistente com a literatura, indicando que o Seis Sigma é aplicado mais em grandes empresas, conforme também encontrado por Pulakmam e Voges (2010).

Quanto à área de negócios observa-se que são empresas que negociam com o exterior, sendo as empresas de ponta que exportam, a maioria delas *commodities* como metalúrgico-siderúrgicas, mecânicas/elétricas, químicas, petróleo, carnes/aves, celulose, mineração e automotiva (como já se observava, a propósito, no Gráfico 3).

4.4.2 Época em que foram iniciadas as implantações.

A nossa amostra é composta de empresas que implantaram o Seis Sigma entre 1999 e 2007 (Gráfico 7, abaixo). Analisando os dados verificamos que o ano médio de implantação recai entre 2003 e 2004. Cerca de metade das empresas (14) implementaram o Seis Sigma antes deste período e metade depois.

Relembrando, o Seis Sigma teve seus primórdios em 1985 na Motorola, mas só teve sua implantação difundida após 1995, a partir do trabalho desenvolvido pela GE. A grande maioria das empresas no mundo implementou programas Seis Sigma em anos posteriores. Como as empresas brasileiras iniciaram seus programas entre os anos 2003 e 2004 podemos

dizer que houve um atraso de cerca de 10 anos em média, sendo que algumas empresas tiveram somente cinco anos de atraso, aquelas que iniciaram aí pelo ano 2000. Como comparação, podemos citar o caso do TQC ou GQT ou TQM que levou cerca de 30 anos em relação ao Japão e 10 anos aos EUA para ser implementado no Brasil, quando existia um regime político mais fechado para com o exterior.

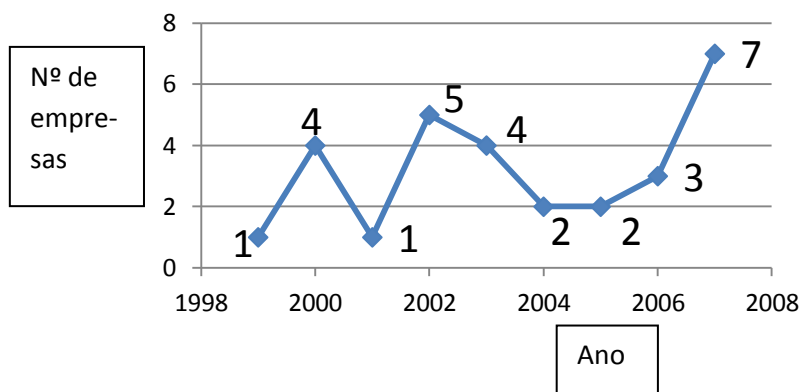


Gráfico 7 - Quantidade das empresas pesquisadas que iniciaram o Seis Sigma a cada ano

4.4.3 Empresas que continuam com o programa Seis Sigma

A resposta a esta questão pode ser vista na Tabela 10, abaixo. Podemos observar que 77,4% (22,5+54,9) responderam afirmativamente a esta questão (entre 60 a 100%), indicando que o programa continua nestes locais. Enquanto isto, 22,6% respondeu entre 0 e 60%, indicando continuidade parcial ou problemática. Na faixa de 0 a 40% indica que em 11,8% dos locais o Seis Sigma pode não estar tendo uma boa continuidade.

Tabela 10 - Empresas que continuam seus programas Seis Sigma

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem Válida	Porcentagem Cumulativa
Válido				
de 0-20	6	5,8	5,9	5,9
de 20-40	6	5,8	5,9	11,8
de 40-60	11	10,7	10,8	22,5
de 60-80	23	22,3	22,5	45,1
de 80-100	56	54,4	54,9	100,0
Total	102	99,0	100,0	
Missing* 9	1	1,0		
Total	103	100,0		

* O número total de questionários respondidos foi de 104 mas um deles foi excluído nos testes estatísticos que realizamos. Além disto, no software SPSS foi colocado o numero 9 no local onde não houve resposta. Neste caso, dos 103 questionários, um deles não consta resposta a esta questão, sendo válidas 102 respostas.

4.4.4 Identificar se o Seis Sigma está sendo bem avaliado

Três perguntas que foram feitas na pesquisa a respeito, apresentaram as respostas que podem ser vistas nas Tabelas 11, 12 e 13:

Tabela 11 - Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação do Seis Sigma

	Frequência	Porcentagem	Porcentagem Válida	Porcentagem Cumulativa
Válido				
de 80-100	27	26,2	26,2	26,2
de 60-80	50	48,5	48,5	74,8
de 40-60	20	19,4	19,4	94,2
de 20-40	5	4,9	4,9	99,0
de 0-20	1	1,0	1,0	100,0
Total	103	100,0	100,0	

Tabela 12 - Dê uma nota nos RESULTADOS do Seis Sigma

	Frequência	Percentagem	Percentagem Válida	Percentagem Cumulativa
Válido	de 80-100	42	40,8	40,8
	de 60-80	38	36,9	77,7
	de 40-60	18	17,5	95,1
	de 20-40	4	3,9	99,0
	de 0-20	1	1,0	100,0
	Total	103	100,0	

As respostas mais positivas às três questões são aquelas compreendidas com notas entre 60 e 100. Nesses casos, os respondentes não deixam dúvidas de que estão satisfeitos quanto à metodologia e aos resultados dos programas Seis Sigma. Nesta faixa os percentuais de satisfação foram de 74,8% e 77,7%. Podemos generalizar que três quartos dos respondentes avaliam positivamente o programa.

Temos ainda a faixa entre 40 e 60% que foi avaliada como 19,4% para a metodologia e 17,5% para os resultados do Seis Sigma. Esta faixa de 40 a 60% é constituída de uma média de avaliação. É como se os respondentes não tivessem ainda condições de avaliar o programa. Isto pode ocorrer quando o programa está ainda em um estágio inicial de implantação, ou os entrevistados estão afastados dele. Para verificarmos isto temos a pergunta que foi feita na Tabela 13, onde podemos observar que o programa está nos estágios de implantação entre 0 a 20% = 6,85% implantados, 20 a 40% = 9,7% e 40 a 60% = 21,4%. Então temos um total de 37,9% de programas que estão em estágios não avançados de implantação. Destes 37,9% é que devem ter vindo as marcações nos questionários de que 25,2% (100-74,8) avaliaram entre 0 e 60% a metodologia e 22,3% (100-77,7) os resultados do programa, o que corrobora a informação de que cerca de um quarto dos respondentes não tiveram ainda condições de responder positivamente se o programa Seis Sigma está muito bem avaliado.

Concluimos assim que o programa está, sim, bem avaliado nas empresas pesquisadas. Mais adiante faremos uma comparação com programas de melhorias contínuas como o TQM e a ISO 9001.

Tabela 13 - Estágio de implantação do 6 Sigma

	Frequência	Percentagem	Percentagem Válida	Percentagem Cumulativa
Válido	de 80-100	36	35,0	35,0
	de 60-80	28	27,2	62,1
	de 40-60	22	21,4	83,5
	de 20-40	10	9,7	93,2
	de 0-20	7	6,8	100,0
	Total	103	100,0	

4.4.5 Fase de implantação do Seis Sigma no Brasil

Como pode ser visto na Tabela 13, 36 respondentes (35%) informaram estarem em estágio de implantação entre 80 a 100% e 28 respondentes (27%) informaram estarem entre 60 e 80 %. Assim sendo 62% (35+27) dos respondentes informaram estar o programa Seis Sigma com mais de 60% implantado.

No entanto, o uso do *Design for Six Sigma* - DFSS, que é utilizado nas empresas que estão na terceira geração dos programas Seis Sigma, é pouco utilizado nas empresas pesquisadas, tendo ficado na penúltima colocação, 25º lugar entre as 26 práticas pesquisadas. Isto significa que a maioria das empresas está com os programas Seis Sigma entre 80 e 100% implantados. Mas no entanto não avançaram ainda no DFSS que é a metodologia do Seis Sigma que projeta os produtos de forma que os mesmos já sejam produzidos desde o início com o padrão 6σ , isto é, apresentem somente cerca de três defeitos por milhão de oportunidades de defeitos.

4.4.6 Práticas de gestão positivas nas empresas no Brasil

Analisamos 26 conceitos e práticas de gestão importantes do programa Seis Sigma, baseadas no referencial teórico consultado para este fim e que constam do questionário utilizado na pesquisa. O Quadro 7 relaciona os itens do questionário com os conceitos e práticas que foram avaliados, os quais denominaremos como práticas, para simplificar.

Nº DA QUESTÃO	CONCEITOS/PRÁTICAS DE GESTÃO DO SEIS SIGMA
13	O 6σ estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa.
14	A empresa escolheu um de seus executivos principais para supervisionar e suportar todo o programa 6σ (o qual pode ser chamado "Executive Champion"), que escolheu o pessoal com bastante cuidado para o programa.
15	Os BB são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6σ. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem BB. Na empresa foram bem escolhidos.
16	Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo o dinheiro/recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmark" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa.
17	No início, o papel do <i>Master BB (MBB)</i> foi desempenhado por consultores externos que eram experientes em 6σ. Eles ajudaram aos "Champions" a selecionarem bons projetos e o pessoal para trabalhar neles. Assim foi feito na empresa.
18	Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion".
19	Na empresa foram treinados BB e estes fazem parte de um grupo a parte da estrutura da empresa para resolver problemas.
20	Na empresa foram treinados BB e estes resolveram problemas até se graduarem, retornando após às suas áreas de origem.
21	Na empresa, mesmo durante o treinamento e a resolução inicial de problemas, os BB permaneceram nas suas áreas continuando a exercer suas atividades anteriores.
22	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ partindo dos problemas junto aos clientes.
23	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa.
24	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa.
25	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ pelos Gerentes/"Champions" de cada área.
26	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área.
27	Na empresa são escolhidos os projetos 6σ mais simples e fáceis de modo aos candidatos a BB e GB treinarem na metodologia.
28	A Empresa possui um banco de dados com os projetos 6σ concluídos.
29	Para chegar a 6σ a empresa utiliza uma abordagem mais avançada, o "DFSS - Design for Six Sigma".
30	A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6σ), todos estes itens bem gerenciados.
31	A empresa possui um Sistema de Metas Anuais e um sistema de Desdobramento de Metas como o Gerenciamento pelas Diretrizes, ou outro, bem implantado.
32	A empresa dá Participação/ Bonus/ Gratificações generosas/agressivas para os empregados por bons resultados do 6σ, podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano.
33	A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral.
34	Na empresa os projetos 6σ são acompanhados de perto pela Alta Administração.
35	De modo geral pode ser considerado que a empresa encontra-se hoje no estágio...
36	Para graduar em <i>Black Belt</i> o valor exigido pela empresa para ganhos do projeto 6σ é de ...
37	O tempo médio de conclusão dos projetos 6σ na empresa é da ordem de...
38	Além do 6σ a empresa utiliza outros métodos de Solução de Problemas como: Ver-Agir; Plano de Ação; MASP; CCQ; <i>Work-Out, Lean</i> , etc.

Quadro 7 - Conceitos e práticas do Seis Sigma avaliadas na pesquisa

Com as respostas obtivemos os resultados da Tabela 14, que mostra nas colunas o número das questões constantes no questionário, a descrição do conceito/prática de gestão que impacta positivamente no Seis Sigma de acordo com a literatura consultada. Também consta a quantidade de respondentes de cada questão, a média, o desvio padrão, a correlação de

Spearman com o construto Resultado, a significância da correlação, qual o construto que cada questão compõe e finalmente as questões que foram descartadas ao longo da análise.

Tabela 14 - Conceitos/Práticas de gestão, médias, correlações, significância e fatores

Nº DA QUESTÃO	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	CORREL. SPEARMAN	SIG.	CONSTRUTO 1	CONSTRUTO 2	CONSTRUTO 3	QUESTÕES DESCARTADAS
33	102	4,67	0,722	0,172	0,085				saiu depois
31	102	4,52	0,817	0,242	0,015		fator 2		
23	102	4,25	0,886	0,34	0,001		fator 2		
28	101	4,22	1,073	0,518	< 0,001	fator 1			
34	102	4,11	1,004	0,717	< 0,001	fator 1			
13	103	4,1	1,071	0,643	< 0,001	fator 1			
38	102	4	1,152	0,1	0,319				Saiu
14	102	3,89	1,21	0,567	< 0,001	fator 1			
37	102	3,8824	0,76163	0,088	0,378				Saiu
15	103	3,82	1,169	0,668	< 0,001	fator 1			
26	102	3,81	0,931	0,296	0,003		fator 2		
30	103	3,81	0,961	0,253	0,01		fator 2		
25	101	3,78	1,064	0,21	0,036				saiu depois
27	103	3,5728	1,15132	-0,166	0,095				Saiu
16	103	3,48	1,187	0,597	< 0,001	fator 1			
22	103	3,39	1,246	0,052	0,604				Saiu
24	101	3,3	1,205	0,285	0,004		fator 2		
35	99	3,04	1,511	0,057	0,576				Saiu
17	101	2,97	1,584	0,218	0,029				Saiu
36	81	2,95	1,658	0,222	0,047				Saiu
20	103	2,78	1,559	0,303	0,002			fator 3	
19	103	2,54	1,583	0,389	< 0,001			fator 3	
18	103	2,4	1,484	0,415	< 0,001			fator 3	
21	103	2,3301	1,62932	0,163	0,102				Saiu
29	97	2,3	1,473	0,249	0,014				Saiu
32	100	1,93	1,13	0,288	0,004				Saiu
	71								

Para identificar as práticas de gestão mais bem implantadas nas empresas pesquisadas excluimos aquelas descartadas por terem significâncias maiores que 0,05 e as que foram também descartadas na aplicação da análise de fatores. Das 26 questões foram descartadas 12, tendo ficado 14 delas. Após o descarte plotamos as 14 questões separando por quartis na Figura 2 que mostra na abscissa as correlações de cada uma delas com o construto Resultado do Seis Sigma (ver item 4.2.1) e as médias das mesmas na ordenada. A Figura 2 mostra assim os quadrantes contendo a avaliação das práticas quanto às correlações versus médias. Quanto

maior a média e a correlação, mais importante a influência da questão para os resultados. As práticas de gestão do Seis Sigma pertencentes ao quadrante A são as mais importantes: 34, 13, 28, 14, 15 e 16, que são:

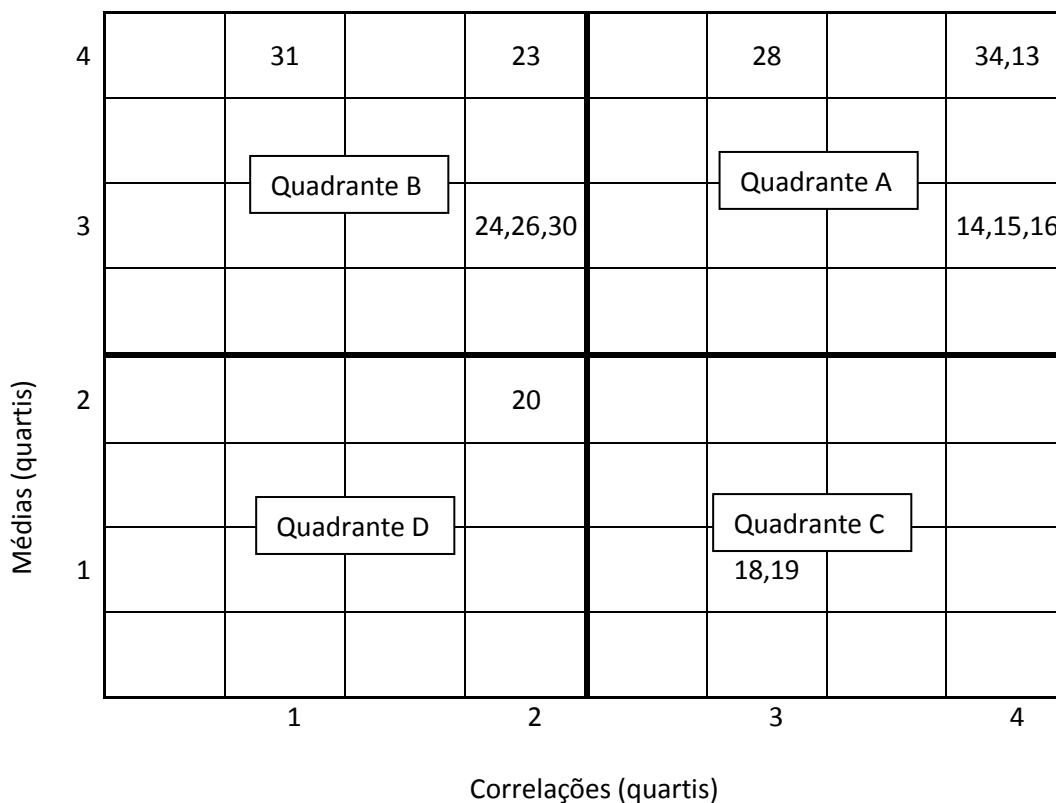


Figura 2 – Correlações das práticas de gestão com o construto Resultado X Médias das avaliações das práticas de gestão

13- O Seis Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa.

34- Na empresa os projetos Seis Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração.

28- A Empresa possui um banco de dados com os projetos 6 σ concluídos.

14- A empresa escolheu um de seus executivos principais para supervisionar e suportar todo o programa Seis sigma (o qual pode ser chamado "Executive Champion"), que escolheu o pessoal com bastante cuidado para o programa.

15- Os BB são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6σ . Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem BB. Na empresa foram bem escolhidos.

16- Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo o dinheiro/recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmark" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa.

Em segundo lugar temos as cinco práticas que mais bem avaliadas em termos de médias pelos respondentes e em termos de correlações com os resultados do programa Seis Sigma, que são:

31- A empresa possui um Sistema de Metas Anuais e um sistema de Desdobramento de Metas como o Gerenciamento pelas Diretrizes, ou outro, bem implantado.

23- Na empresa são escolhidos os projetos Seis Sigma provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa.

24- Na empresa são escolhidos os projetos 6σ provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa.

26- Na empresa são escolhidos os projetos Seis Sigma proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área.

30- A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do Seis Sigma), todos estes itens bem gerenciados.

4.4.7 Práticas de gestão carentes nas empresas no Brasil

Das práticas com significância ($< 0,05$), a de número 18 é a mais mal aplicada, pois a avaliação dos respondentes apresentou uma média de 1,484 (Tabela 15): “Os *Black Belts* têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do *Champion*”. O item 19 – “Na empresa foram treinados BBs e estes fazem parte de um grupo a parte da estrutura da empresa para resolver problemas”

aparece junto com o item 18. E se refere ao mesmo problema, pois como foi também mal avaliado isto significa que os BBs não ficaram separados resolvendo os problemas e sim continuaram nas suas áreas de trabalho, cujas rotinas atrapalham e retardam a execução dos projetos Seis Sigma.

As respostas sobre o item 18 é mostrada em detalhes na Tabela 15, mostrando que 56,3% dos respondentes marcaram entre 0 e 40% significando que nas empresas não é praticado “os *Black Belts* têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do Champion”. Somente 13,6% marcaram entre 80-100% e 26,2% marcaram entre 60 e 80%, aproximadamente um terço dos respondentes é que têm fortemente os *Black Belts* trabalhando em tempo integral focados na solução dos problemas. Vale adicionar que esta prática teve uma boa correlação Spearman, com o resultado do Seis Sigma no valor de 0,415, com significância $< 0,001$, o que mostra a importância desta prática.

Tabela 15 - Frequências das respostas do item 18 - Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion"

18	Frequência	Porcentagem	Porcentagem Válida	Porcentagem Cumulativa
de 80-100	14	13,6	13,6	13,6
de 60-80	13	12,6	12,6	26,2
de 40-60	18	17,5	17,5	43,7
de 20-40	13	12,6	12,6	56,3
de 0-20	45	43,7	43,7	100,0
Total	103	100,0	100,0	

O fato dos *Black Belts* (BBs) não dedicarem tempo integral à realização dos projetos implica em mais longa duração dos mesmos e retardo nos resultados do programa Seis Sigma. Se juntarmos este achado com outro achado da nossa pesquisa, de que as empresas têm apenas 21% dos BBs recomendados na literatura (Tabela 7), vemos que este é um problema que fere no coração o programa Seis Sigma. A quantidade de BBs e a dedicação dos mesmos é que alavancam o programa, conforme citado por Pyzdek *apud* Dusharme (2001): “os BBs são os cavalos de trabalho de um programa Seis Sigma”.

4.4.8 O que a Análise de Fatores das práticas de gestão revelou

Conforme já mostrado na Tabela 5, a análise de fatores aplicada às práticas de gestão identificou três construtos (Comprometimento da Alta Administração, Sistema de Gestão e Seleção de Projetos e Atribuições dos BBs) compostos das variáveis independentes mais importantes. A seguir aprofundaremos a análise sobre estes construtos.

A Tabela 16 mostra a Variância Total Explicada dos três construtos.

Tabela 16 - Variância Total Explicada

Componentes	Autovalores iniciais			Somadas Extraídas das Cargas ao Quadrado			Somas Rotacionadas das Cargas ao Quadrado
	Total	% Variância	% Cumulativa	Total	% Variância	% Cumulativa	Total
1	5,179	36,991	36,991	4,767	34,053	34,053	4,078
2	2,064	14,746	51,737	1,597	11,407	45,460	2,558
3	1,550	11,070	62,807	1,130	8,073	53,533	2,987
4	1,042	7,443	70,249				
5	,930	6,640	76,889				
6	,691	4,935	81,824				
7	,514	3,674	85,498				
8	,443	3,163	88,661				
9	,381	2,725	91,386				
10	,340	2,432	93,817				
11	,304	2,173	95,990				
12	,216	1,541	97,531				
13	,209	1,492	99,023				
14	,137	,977	100,000				

a) O construto 1 das práticas de gestão

Vamos analisar alguns aspectos referentes ao construto 1, que é validado em 10 artigos onde o *Comprometimento da Alta Administração* aparece em primeiro lugar (Antony e Desai, 2009; Antony e Banuelas, 2002; Kumar e Antony, 2011; Desai, Antony e Patel 2012, Chakraborty e Tan, 2012; Habidin e Yusof, 2013; Chakraborty e Chuan, 2013; Jayaraman e Teo, 2010;

Zhang *et al.*, 1012; Brun, 2010), sendo praticamente uma unanimidade internacional em torno desta prática. As práticas que constam do construto 1 podem ser vistas na Tabela 17.

Tabela 17 - Estatística Descritiva e Correlações Spearman das práticas de gestão que compõem o construto 1

Nº da questão	Estatística Descritiva					Correlação Spearman	
	Práticas de Gestão para o sucesso do Seis Sigma	N	Média	Classificação pelos respondentes	Desvio padrão	Correlação	Sig.
28	A Empresa possui um banco de dados com os projetos Seis Sigma concluídos	101	4,22	4º	1,073	0,518	< 0,001
34	Na empresa os projetos Seis Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração	102	4,11	5º	1,004	0,717	< 0,001
13	O Seis Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa	103	4,10	6º	1,071	0,643	< 0,001
14	A empresa escolheu um de seus executivos principais para supervisionar e suportar todo o programa Seis Sigma (o qual pode ser chamado "Executive Champion"), que escolheu o pessoal com bastante cuidado para o programa	102	3,89	8º	1,210	0,567	< 0,001
15	Os BB são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do Seis Sigma. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem BB. Na empresa foram bem escolhidos.	103	3,82	10º	1,169	0,668	< 0,001
16	Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo o dinheiro/recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmark" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa	103	3,48	15º	1,187	0,597	< 0,001
	<i>Valid N (listwise)*</i>	99					

* Dos 103 questionários válidos, quatro respondentes não marcaram algumas destas seis práticas, ficando válidas 99 respostas.

Correlações são classificadas como moderadas quando entre 0,4 e 0,6 e fortes quando acima de 0,6, conforme Dancey e Reidy (2006). Na Tabela 17 vemos que as questões 34, 13 e 15 podem ser classificadas como fortes e as demais como moderadas, sendo que duas delas com valores próximos de 0,6 como é o caso das questões 14 e 16.

As cinco primeiras práticas (28, 34, 13, 14 e 15) estão bem avaliadas pelos respondentes, enquanto a última (16) foi classificada no 15º lugar (Tabela 14). A Estatística Descritiva das avaliações desta variável 16 é mostrada na Tabela 18.

Tabela 18 - Frequências de respostas da questão 16 *

Questão 16	Frequência	Porcentagem	Porcentagem Válida	Porcentagem Cumulativa
Válido de 80-100	24	23,3	23,3	23,3
de 60-80	28	27,2	27,2	50,5
de 40-60	32	31,1	31,1	81,6
de 20-40	11	10,7	10,7	92,2
de 0-20	8	7,8	7,8	100,0
Total	103	100,0	100,0	

*Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo o dinheiro/recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmarking" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa.

Na Tabela 18 pode-se observar que 50,5% (23,3 + 27,2) dos respondentes concordaram entre 60-100% com a questão 16. Não é um percentual pequeno, mas é bastante inferior às outras cinco questões que compõem o construto 1.

Esta prática pode revelar um ponto fraco de qualquer programa de Seis Sigma. O comprometimento da alta administração é um consenso. Mas mesmo que uma empresa tenha isto bem desenvolvido é muito difícil que o restante das chefias, onde costumam estarem os *champions*, estejam todos eles comprometidos com o programa. O mais encontrado é que um programa de modo geral sempre encontra resistências ativas ou passivas. É necessária uma empresa com uma gestão excepcional para que os *champions* sejam todos comprometidos com o programa Seis Sigma.

É comum, em um programa implementado em toda uma empresa, que em algumas áreas ele se desenvolva mais que em outras. Isto depende justamente dos *champions*, cabendo assim à alta administração cuidar para a implantação seja a mais uniforme possível. Para tal há que criar meios para que isto ocorra, como é o caso, por exemplo, dos incentivos e bônus.

Os *champions* são os gerentes onde os problemas se encontram. Eles precisam assumir os problemas como deles e contar com os *BBs* para resolverem estes problemas. Por outro lado os *BBs* precisam que os *champions* lhes ajudem dando-lhes condições de trabalho. Isto em vez do *BB* ficar só por conta dele próprio, o que faz aumentar o tempo de solução dos problemas e consequentemente faz a empresa demorar a obter maior eficácia e competitividade.

Assim, um fator de melhoria a ser implementada, é a empresa dar mais poder para os *champions* de tal forma que eles possam dar mais assistência aos *BBs*. Para alcançar esta melhoria os *champions* precisam de dinheiro, de recursos e acesso ao programa de *benchmarking* da empresa e devem estar sempre trabalhando em conjunto com o setor financeiro, com foco no *bottom line* (lucro).

Os *champions* estarão desempenhando bem seus papéis quando supervisionam os *BBs* de modo a os ajudarem a romper barreiras institucionais, criando sistemas de apoio e garantindo que sejam obtidos o dinheiro e os recursos necessários para execução do trabalho.

O apoio dos *Champions* acelera o tempo para a conclusão dos projetos. Por exemplo, em uma empresa, todos os projetos foram selecionados pelo Gerente de Fábrica. No entanto, as pessoas treinadas em *Green Belt* trabalhavam para diferentes *Champions*. Esses *Champions* não ficaram suficientemente comprometidos porque eles não estavam envolvidos na seleção dos projetos, já que os mesmos foram selecionados pelo Gerente de Fábrica. Esta abordagem para a seleção de projetos, juntamente pelo fato dos profissionais não dedicarem tempo integral aos projetos, contribuiu para que o tempo para a conclusão dos projetos fosse maior do que o tempo recomendado (Jesus, 2009). Este item apresentou uma correlação de 0,597 e Sig. <0,001 com os resultados do Seis Sigma, o que indica a sua importância, sendo assim um importante item de descoberta da nossa pesquisa.

b) O construto 2 das práticas de gestão

O construto 2, "Sistema de Gestão e Seleção de Projetos" nos traz de fato uma informação valiosa. Como pode uma empresa que não tenha um sistema de gestão de projetos implementar um programa avançado como o Seis Sigma? E como pode fazer isto se não tiver uma maneira de seleção dos projetos a serem resolvidos e que sejam contributivos para a alavancagem da empresa?

Compõe um sistema de gestão um Gerenciamento da Rotina do Dia-a-dia (GRD) bem estabelecido, implicando em que processos sejam bem definidos, medições e dados sejam confiáveis sobre esses processos, uma cultura de Metas, Procedimentos Operacionais Padrão – POP, Análise de falhas e uma Metodologia de resolução de problemas antes de se implantar o programa Seis Sigma.

A Tabela 19 mostra as médias, desvios padrão, correlação de Spearman e a significância das práticas componentes do construto 2.

Tabela 19 - Estatística Descritiva das práticas de gestão que compõem o construto/fator 2

Nº da questão	Estatística Descritiva					Correlação de Spearman	
	Conceitos/Práticas de Gestão para o sucesso do Seis Sigma	N	Média	Classificação respondentes	Desvio Padrão	Correção	Sig.
31	A empresa possui um Sistema de Metas Anuais e um sistema de Desdobramento de Metas como o Gerenciamento pelas Diretrizes, ou outro, bem implantado	102	4,52	2º	,817	0,242	0,015
23	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa	102	4,25	3º	,886	0,34	0,001
26	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área	102	3,81	11º	,931	0,296	0,003
30	A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados	103	3,81	12º	,961	0,253	0,01
24	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa	101	3,30	17º	1,205	0,285	0,004
	Valid N (listwise)*	98					

*Mostra a quantidade de respostas válidas. Dos 103 respondentes, cinco não responderam a esta questão.

Observando a Tabela 19, fica fácil de compreender a mensagem dos respondentes das empresas pesquisadas no sentido de que as empresas possuem um bom planejamento estratégico e um bom sistema de desdobramento de metas (questões 31 e 23 nos 2º e 3º lugares). Além disto um não tão bom gerenciamento da rotina do dia-a-dia (questão 30, em 12º lugar) e uma escolha dos projetos pelos itens de controle mais importantes (questão 24, em 17º lugar) e uma pouco praticada escolha dos projetos via o *benchmarking*. A conclusão a respeito deste construto 2 é que as empresas precisam reforçar estas duas últimas práticas, o que é muito comum de ser encontrado nas empresas.

Um bom GRD é um dos maiores desafios de qualquer empresa (manter toda a rotina da empresa com boa previsibilidade) e um bom programa de *benchmarking* é algo raro nas empresas, conforme a Fundação Nacional da Qualidade – FNQ, que constatou que mesmo as

empresas que ganham o Prêmio Nacional da Qualidade - PNQ costumam ter como uma das menores avaliações os programas de *benchmarking*.

Vale observar que todas as práticas do construto 2 apresentam uma correlação entre 0,242 e 0,340, considerada fraca na literatura estatística (Dancey e Reidy, 2006, pp. 187), embora considerável devido a grande quantidade de 26 variáveis independentes estudadas.

c) O construto 3 das práticas de gestão

O construto 3 - Atribuições dos *Black Belts* - mostra correlações de Spearman variando de 0,303 a 0,415, maiores que as do construto 2. As avaliações dos respondentes estão menores que as do construto 2, ficando as três práticas nas posições 21, 22 e 23 (Tabela 20).

Tabela 20 - Estatística Descritiva das práticas de gestão que compõem o construto/fator 3

Nº da questão	Estatística Descritiva					Correlação Spearman	
	Conceitos/Práticas de Gestão para o sucesso do Seis Sigma	N	Média	Classificação respondentes	Média	Classificação respondentes	Média
20	Na empresa foram treinados BB e estes resolveram problemas até se graduarem, retornando após às suas áreas de origem	103	2,78	21°	1,559	0,303	0,002
19	Na empresa foram treinados BB e estes fazem parte de um grupo à parte da estrutura da empresa para resolver problemas	103	2,54	22°	1,583	0,389	< 0,001
18	Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion"	103	2,40	23°	1,484	0,415	< 0,001
	<i>Valid N (listwise)</i>	103					

A baixa avaliação destas três práticas (posições 21, 22 e 23), principalmente a de número 18 - Dedicção não integral dos BBs (na Tabela 21 pode ser observado na Percentagem Cumulativa que somente 26,2% das respostas informam entre 60 a 80% que os BBs trabalham em tempo integral). Somando isto ainda a baixa quantidade de BBs nas empresas (21% do citado na literatura, Tabela 7), fazem com que o potencial do programa Seis Sigma esteja bem aquém do que poderia produzir de resultados.

Uma inferência do quanto o programa está produzindo pode ser feita multiplicando a baixa avaliação de 56,3% (respostas entre 0 e 40% na Percentagem Cumulativa de que os BBs não trabalham em tempo integral, Tabela 23, vezes a baixa quantidade de BBs (21%, Tabela 08), o que dá 12%. Isto é, o programa Seis Sigma melhor aplicado (maior quantidade de BBs e os mesmos trabalhando em tempo integral nos projetos Seis Sigma) na média das empresas poderia produzir oito (8) vezes mais que o que produz hoje. Isto pode causar baixa competitividade de nossas empresas em relação às empresas do primeiro mundo, tema das principais preocupações hoje do governo federal e instituições como as Federações das Indústrias.

Tabela 21 - Frequências de respostas da questão 18 *

Questão 18	Frequência	Percentagem	Percentagem Válida	Percentagem Cumulativa
de 80-100	14	13,6	13,6	13,6
de 60-80	13	12,6	12,6	26,2
de 40-60	18	17,5	17,5	43,7
de 20-40	13	12,6	12,6	56,3
de 0-20	45	43,7	43,7	100,0
Total	103	100,0	100,0	

* Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion".

Para corroborar a inferência temos o exemplo de uma empresa onde nenhum projeto foi concluído no prazo previsto de quatro a seis meses (Jesus, 2009), o que poderia ter ocorrido com maior dedicação aos projetos. A quantidade e duração dos projetos concluídos nesta empresa pode ser vista na Tabela 22.

Tabela 22 - Quantidade de projetos e duração dos mesmos em uma empresa

	Qt. Projetos	Qt. Meses	Projetos.Meses
1ª Formatura	6	12	72
2ª Formatura	15	18	270
3ª Formatura	6	24	144
4ª Formatura	2	36	72
Totais	29	90	558

Vemos que foi necessário um total de 558 projetos.meses para conclusão dos 29 projetos. A meta era concluir os projetos entre quatro e seis meses. Se tomarmos como média cinco meses para cada projeto teríamos $29 \text{ projetos} \cdot 5 \text{ meses} = 145 \text{ projetos.meses}$. Dividindo este valor pelos 558 que de fato ocorreram temos um porcentual de apenas 26% de efetividade. Ainda assim este número é maior que os 12% inferidos na página anterior. Os 26%, em vez de um número ainda menor, pode ser explicado pelo fato de que entre os 29 candidatos da empresa houve uma turma de *trainees* (2ª formatura na Tabela 24, a que resolveu maior quantidade de projetos). Esta turma ficou em tempo integral no projeto e foram responsáveis por alguns dos projetos resolvidos em 12 e em 18 meses, melhorando assim um pouco a efetividade do programa nesta empresa. Além disso, houve o incentivo/ameaça de que eles só seriam efetivados com salário integral na empresa quando concluíssem o projeto Seis Sigma.

4.4.9 FCSs das empresas X pesquisas no Brasil

Os cinco artigos sobre Seis Sigma no Brasil que tratam de FCSs são mostrados na Tabela 23:

Tabela 23 - Artigos encontrados sobre Seis Sigma no Brasil

ITEM	AUTORES	TIPO DE PESQUISA OU EMPRESAS CONSULTADAS	PAÍS DAS EMPRESAS CONSULTADAS	ANO DA PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS	QUANTIDADE DE RESPONDENTES
1	Cabrera Jr	Indústrias	Brasil	2006	30
2	Pinto, Carvalho e Ho	Grandes empresas	Brasil	2006	46
3	Kasahara e Carvalho	Estudo de caso em 3 empresas	Brasil	2003	Entrevistas
4	Rebelatto e Oliveira	Pesquisa bibliográfica	Brasil	2006	Nenhum
5	Trad e Maximiano	Todos os tipos de empresas	Brasil	2009	116

Esses artigos analisam FCSs que são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 - Classificação dos FCSs da nossa pesquisa e de cinco outras pesquisas no Brasil

Item	NOSSA PESQUISA				OUTRAS PESQUISAS NO BRASIL					
	Fatores Críticos de Sucesso - FCSs	Média	Desvio Padrão	Classificação na nossa Pesquisa	Cabrera Jr., 2006	Pinto, Carvalho e Ho, 2006	Kasahara e Carvalho, 2003	Rebelatto e Oliveira, 2006	Trad e Maximiano, 2009	Classificação dos 5 artigos
57	CSF: Treinamento	4,62	,658	4	2	3	X	X	3	1
42	CSF: Comprometimento da Alta Administração	4,68	,741	2	9	2	X	X	5	2
53	CSF: Seleção e priorização de projetos	4,53	,710	5	8			X	7	3
47	CSF: Ligação do 6 Sigma com a estratégia do negócio	4,69	,611	1	1		X	X		4
	CSF: Capacidade financeira da empresa					1				5
	CSF: Iniciativas prévias de qualidade								1	6
43	CSF: Escolha das pessoas para o 6 Sigma	4,47	,750	10					2	7
45	CSF: Infra-estrut. Org.do 6 Sigma (Champions, MBB, BB, GB, etc.)	4,25	,810	14	3			X		8
41	CSF: Compreensão da metodologia Six Sigma	4,47	,737	9	5			X		9
56	CSF: Sistemas de comunicação	4,11	,880	16	4					10

Pode ser visto na Tabela 24, que apresenta os 10 FCSs primeiros colocados nas pesquisas no Brasil, que os quatro (4) FCSs primeiros colocados nas cinco outras pesquisas no Brasil, como uma média, seguindo critério proporcional detalhado na nossa metodologia, coincidem com os FCSs 57, 42, 53 e 47 (4º, 2º, 5º e 1º lugares respectivamente):

- Treinamento;
- Comprometimento da Alta Administração;
- Seleção e priorização de projetos;
- Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio.

Este achado valida nossa pesquisa de FCSs, ao encontrarmos os mesmos FCS nos primeiros lugares, sem consideração de ordem entre eles.

O FCS terceiro colocado na nossa pesquisa - Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito, não foi pesquisado nos estudos consultados do Brasil, não podendo assim ser comparado.

4.4.10 Concordâncias e discordâncias sobre os FCSs.

A relação completa dos 26 artigos e suas respectivas pesquisas que foram estudadas pode ser vista na Tabela 4. A ordem de importância pode ser vista na Tabela 25, sendo que apresentamos os 10 primeiros FCSs colocados.

Tabela 25 - Comparação da ordem de importância das empresas pesquisadas e dos 26 artigos estudados.

Item	Fatores Críticos de Sucesso	Nossa pesquisa	26 Artigos Pesquisados
42	Comprometimento da Alta Administração	2	1
57	Treinamento	4	2
49	Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes	11	3
47	Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio	1	4
51	Mudança cultural	13	5
53	Seleção e priorização de projetos	5	6
45	Infraestrutura Organizacional do Seis Sigma (<i>Champions, MBB, BB, GB, etc.</i>)	14	7
	Experiência com Gerenciamento de Projetos		8
41	Compreensão da metodologia Seis Sigma	9	9
	Ligação do Seis Sigma com os fornecedores		10

a) Concordâncias

Observando a tabela 25 acima, identificamos quatro FCSs nas primeiras seis posições que se equivalem na avaliação da nossa pesquisa nas empresas no Brasil e em outras pesquisas, que são:

- Comprometimento da Alta Administração;
- Treinamento;
- Ligação do Seis Sigma com a estratégia do negócio;
- Seleção e priorização de projetos;

O fato das nossas empresas darem importância a estes fatores e sendo estes os mesmos de muitas outras pesquisas internacionais dá uma grande validade a este achado. De fato podemos observar que o sucesso de um programa Seis Sigma depende muito do Comprometimento da alta administração, do Treinamento a ser dado aos candidatos a *GBs* e *BBs*, em ligar o programa com a Estratégia do negócio - sob pena de haver desvio do foco para problemas menos importantes, e da boa Seleção e priorização dos projetos.

O FCS Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito foi classificado pelos respondentes da nossa pesquisa em terceiro lugar. Nos papers consultados este item aparece somente em três deles e por isto na posição geral dos 26 artigos este item foi classificado em 20º lugar. Nos artigos nos quais ele aparece, ele ocupa o terceiro lugar no de Jeyarama and Teo, 2010 e em quarto lugar no de Zhang et al, 2012. O artigo de Darvish et al, 2012 não fez um ranking dos FCSs. Assim sendo, de 26 artigos somente três pesquisaram este FCS, mostrando não ser considerado de muita importância para o sucesso do Seis Sigma, ou então não estar ainda este FCS chamando atenção da literatura internacional em relação ao Seis Sigma.

Observamos também na Tabela 25 que o FCS “Compreensão da metodologia Seis Sigma” empata em nono lugar tanto na nossa pesquisa quanto na média das 26 outras pesquisas. É também relevante constatar que nossos respondentes entendem da importância deste FCS, mas não nos primeiros lugares. Achamos que o significado deste FCS é bastante óbvio, pois como o Seis Sigma é muito bem definido, assim como seu treinamento, é muito provável que o entendimento da metodologia seja bem compreendido pelos profissionais participantes do programa.

b) Discordâncias

Comentaremos agora os FCSs que não apareceram muito importantes na nossa pesquisa, mas que aparecem com importância nas outras pesquisas consultadas.

Observamos que o FCSs *Infraestrutura do programa Seis Sigma nas empresas no Brasil* em termos de quantidades de *GBs*, *BBs* e *MBBs*, é bastante inferior à defendida na literatura internacional (Gráfico 5 e Tabela 7). Tanto o programa não entrega tantos resultados como

poderia, como também esta quantidade inferior de atores do programa não possibilita um impacto maior na Mudança Cultural.

Ele aparece em sétimo lugar, na média dos 26 trabalhos pesquisados (Tabela 04), enquanto que no nosso estudo, este FCS aparece somente no 14º, com muito menos prioridade na opinião dos entrevistados. Este fato parece ser um ponto negativo encontrado nas empresas pesquisadas no Brasil, pois a infraestrutura é extremamente importante para o sucesso do Seis Sigma, como mostrado em oito estudos nos quais este item aparece nos oito primeiros lugares e em dois estudos este FCS está em segundo lugar (Desai *et al*, 2012; Antony *and* Desai, 2009). Os dados numéricos coletados na pesquisa corroboram estar este FCS subavaliado, conforme mostra a Tabela 7 e Gráfico 5. Observe-se que a quantidade de Green Belts é de 37% do que o recomendado, que a quantidade de Black Belts é ainda menor, de 21%, e a de *MBBs* menor ainda, de 17% do que é recomendado na literatura internacional. Este nosso achado é validado pela observação de Pyzdek (2003):

“A falha em proporcionar essa infraestrutura tem sido o principal motivo de fracasso do TQM – 80% de todas as implementações de TQM, segundo diferentes estatísticas realizadas nos EUA. O programa Seis Sigma faz da melhoria e da mudança a tarefa que ocupa em tempo integral uma pequena, mas crucial, porcentagem do quadro de funcionários de uma organização. Esses agentes em tempo integral são os catalisadores que institucionalizam a mudança.

Alem disto, com uma infraestrutura insuficiente a Mudança Cultural tem dificuldade de ocorrer, não sendo surpresa que o FCS Mudança Cultural seja também um FCS carente nas empresas pesquisadas.

O FCS *Mudança Cultural* foi avaliado pelos respondentes da nossa pesquisa em 13º lugar enquanto nos demais artigos este item aparece em 5º, apresentando também uma diferença significativa de avaliação. Isto pode ser explicado porque o Seis Sigma nas empresas pesquisadas não está sendo encarado como um programa forte e implementado em toda a empresa, o que pode ser constatado na baixa relação de *MBBs*, *BBs* e *GBs* quando comparado à literatura internacional. Assim sendo não chega a ser um programa de amplo alcance em toda a empresa e que resulte ou que requeira uma mudança cultural e por isto este FCS aparece com baixa avaliação.

O FCS *Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes* aparece no 11º lugar em nossa pesquisa e terceiro lugar, em média, nos 26 trabalhos pesquisados (Tabela 04). Esta parece ser uma contradição, porque um dos objetivos do Seis Sigma é o foco nos clientes. No entanto, outra pesquisa (Pinto, Carvalho e Ho, 2006) valida este achado no Brasil, coincidente com o nosso. Estes autores observaram que as empresas dão mais ênfase a redução de custos desconsiderando aspectos como qualidade dos produtos e retenção dos clientes. Essa contradição pode ser explicada porque a maioria das empresas pesquisadas são empresas de grande porte, do tipo de processo. Essas empresas normalmente não vendem produtos aos clientes finais, mas para outras empresas, e seus produtos são na sua maioria *commodities*. Essas empresas estão na primeira e segunda geração na adoção do Seis Sigma, focadas principalmente em reduzir o número de defeitos dos processos e os custos de produção, o que é validado pela literatura (Antony, 2007; Tjahjono *et al*, 2010).

A terceira fase da adoção do Seis Sigma é a que se preocupa com novos produtos que atendam aos clientes. Nesta fase a metodologia utilizada é o *Design for Six Sigma – DFSS*. O Gráfico 08 (histograma) e Tabela 26 (distribuição de frequências) mostram que esta prática (DFSS) é ainda muito pouco utilizada nas empresas pesquisadas. Na abscissa do Gráfico 8 são mostradas as cinco possibilidades de respostas do questionário: 1 = 0 a 20% de concordância com a questão proposta (Ligação do Seis Sigma com os interesses dos clientes); 2 = 20 a 40%...5 = 80 a 100%. Na ordenada temos o que os 98 respondentes informaram. Pode ser observado que a grande maioria respondeu entre 0 e 20% significando que as empresas pouco utilizam o DFSS, comprovando assim que as empresas pesquisadas de modo geral não aplicam o Seis Sigma visando atender os clientes com produtos novos ou redesenhados.

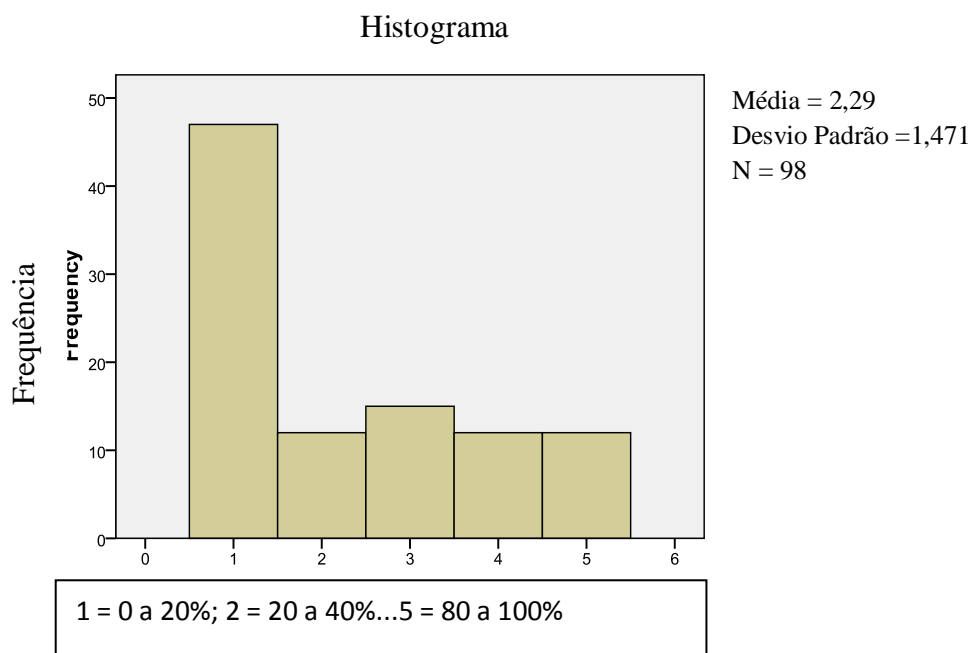


Gráfico 8 - Histograma da utilização do *DFSS* pelas empresas pesquisadas no Brasil

A distribuição de frequências foi conforme mostrado na Tabela 26:

Tabela 26 - Distribuição de frequências das respostas se as empresas utilizam o *DFSS*

		Frequência	Percentagem	Percentagem válida	Percentagem Cumulativa
Válida	de 0-20	47	45,2	48,0	48,0
	de 20-40	12	11,5	12,2	60,2
	de 40-60	15	14,4	15,3	75,5
	de 60-80	12	11,5	12,2	87,8
	de 80-100	12	11,5	12,2	100,0
	Total	98	94,2	100,0	
Faltantes	9	6	5,8		
Total		104	100,0		

Podemos observar na Tabela 26 que somente 11,5% responderam entre 80-100% e 11,5% entre 60-80% significando que a maioria das empresas não utiliza ainda o *DFSS*,

comprovando assim que as empresas pesquisadas no Brasil não utilizam esta metodologia e assim não têm ainda um grande foco nos clientes. Entre 26 práticas de gestão estudadas no Seis Sigma nas empresas no Brasil o DFSS ocupa a 24^a menos utilizada, conforme mostra a Tabela 27, comprovando assim este achado.

Tabela 27 - Práticas de gestão mais utilizadas nas empresas pesquisadas no Brasil

Ordem de uso	Práticas de Gestão	Média
1	A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral	4,67
2	A empresa possui um Sistema de Metas Anuais e um sistema de Desdobramento de Metas como o Gerenciamento pelas Diretrizes, ou outro, bem implantado	4,52
3	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma provenientes do Planejamento Estratégico e desdobramento das metas principais/estratégicas da empresa	4,22
4	A Empresa possui um banco de dados com os projetos 6 Sigma concluídos	4,19
5	Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração	4,08
6	O 6 Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa	4,07
7	Além do 6 Sigma a empresa utiliza outros métodos de Solução de Problemas como: Ver-Agir; Plano de Ação; MASP; CCQ; Work-Out, Lean, etc.	3,98
8	A empresa escolheu um de seus executivos principais para supervisionar e suportar todo o programa 6 Sigma (o qual pode ser chamado "Executive Champion"), que escolheu o pessoal com bastante cuidado para o programa	3,86
9	A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados	3,82
10	Os BB são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6 Sigma. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem BB. Na empresa foram bem escolhidos.	3,79
11	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma proveniente dos Itens de Controle – ICs mais importantes de cada área	3,79
12	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma pelos Gerentes/"Champions" de cada área	3,75
13	Na empresa, mesmo durante o treinamento e a resolução inicial de problemas, os BB permaneceram nas suas áreas continuando a exercer suas atividades anteriores	3,67
14	Os "Champions" supervisionam os BB através de quebra das barreiras corporativas, criando sistemas de suporte e garantindo o dinheiro/recursos necessários para que o trabalho seja realizado. Eles também ajudam os BB a escolherem seus projetos de melhoria, avaliam o que a organização pode fazer e realiza "benchmark" para os produtos e serviços, sempre utilizando a "bottom line" como guia. Assim é feito na empresa	3,45
15	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma partindo dos problemas junto aos clientes	3,37
16	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma provenientes do programa de "Benchmarking" existente na empresa	3,27
17	De modo geral pode ser considerado que a empresa encontra-se hoje no estágio...	3,06
18	Para graduar em Black Belt o valor exigido pela empresa para ganhos do projeto 6 Sigma é de ...	2,98
19	No início, o papel do Master BB (MBB) foi desempenhado por consultores externos que eram experientes em 6 Sigma. Eles ajudaram aos "Champions" a selecionarem bons projetos e o pessoal para trabalhar neles. Assim foi feito na empresa.	2,95
20	Na empresa foram treinados BB e estes resolveram problemas até se graduarem, retornando após às suas áreas de origem	2,76
21	Na empresa foram treinados BB e estes fazem parte de um grupo a parte da estrutura da empresa para resolver problemas	2,53
22	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma mais simples e fáceis de modo aos candidatos a BB e GB treinarem na metodologia	2,41
23	Os "Black Belts" (BB) têm somente um trabalho que é completar o projeto dado a eles. Trabalham em tempo integral, somente nisto e têm ajuda do "Champion"	2,38
24	Para chegar a 6 Sigma a empresa utiliza uma abordagem mais avançada, o "DFSS - Design for Six Sigma"	2,29
25	O tempo médio de conclusão dos projetos 6 Sigma na empresa é da ordem de...	2,15
26	A empresa dá Participação/ Bonus/ Gratificações generosas/agressivas para os empregados por bons resultados do 6 Sigma, podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano	1,92
	Valid N (listwise)*	71

*Respostas válidas

4.4.11 FCSs não importantes

Observamos a existência de dois FCSs que não são classificados como importantes nem nas empresas que pesquisamos no Brasil nem nas pesquisas relatadas nos 26 artigos que estudamos sobre o tema. Estes dois FCSs coincidem assim no Brasil como nos demais países como sendo de menor importância para o Seis Sigma. São eles:

- Incentivos e bônus.
- Ligação do Seis Sigma com o programa de *benchmarking*;

Estes FCS estão classificados conforme Tabela 28:

Tabela 28 - Importância dos FCSs Incentivos/Bônus e Benchmarking

Item	Fatores Críticos de Sucesso	Esta pesquisa	Brasil, 5 Pesquisas	Prof. Jiju/ Outros, 9 pesquisas	Outros, 12 pesquisas	Todos, 26 pesquisas
52	Programa de incentivos/bônus diferenciados	19°	Não pesquisado	16°	10°	15°
54	Sistema de <i>Benchmarking</i> bem Implantado	17°	Não pesquisado	Não pesquisado	Não pesquisado	69°

Podemos ver na tabela acima que o FCS “Incentivos/Bônus” está avaliado na nossa pesquisa em um pouco menor prioridade do que nas pesquisas internacionais – 19° lugar contra 15°. Nas cinco pesquisas do Brasil este FCS sequer foi pesquisado. Na nossa pesquisa este FCS ficou classificado em 19° lugar, na última prioridade. Esperávamos uma prioridade maior para este item.

O FCS *Programa de Incentivos e Bônus* aparece na última posição em nosso estudo (19ª) e na 15ª posição, em média, nos artigos estudados. Pode-se inferir que a avaliação deste item é semelhante às de outros estudos internacionais. Este item é sempre classificado como sendo pouco importante para o sucesso do Seis Sigma. A classificação de importância da maioria

dos estudos mostra que apenas uma pequena importância é colocada sobre incentivos e bônus relacionados aos projetos Seis Sigma em empresas brasileiras e também em outros países.

Parece claro que os incentivos e bônus devem impactar positivamente no desenvolvimento do programa, com o cuidado óbvio de não transformar profissionais em mercenários. Henderson e Evans (2000) observam como a GE, empresa pioneira no Seis Sigma, ligou os bônus, opções de ações e promoções dos profissionais da empresa ao sucesso dos mesmos com o programa Seis Sigma e os resultados significativos obtidos pela empresa.

O fato de não dar importância aos incentivos e bônus pode desencorajar as pessoas envolvidas com o Seis Sigma. Um dos entrevistados de uma das empresas pesquisadas resolveu dois grandes problemas para se graduar em um *Black Belt*. O primeiro projeto resultou em um ganho de 3,2 milhões de dólares e o segundo um ganho de 1,5 milhões. Nós perguntamos para este BB se ele tinha recebido algum bônus diferencial por suas realizações. Ele relatou que havia recebido as gratificações tradicionalmente acordadas com a empresa anualmente, que é o que todos os demais funcionários receberam. Este BB relatou:

Uma remuneração extra substancial facilita o Seis Sigma. Pagamentos baseados na meritocracia são muito justos. Estimula que mais projetos possam ser realizados. Há uma falta de agressividade e percepção da empresa neste sentido. As pessoas se sentem recompensadas pelos resultados obtidos nos projetos. E este reconhecimento traria motivação para os outros. Como não há nenhuma ligação entre os projetos Seis Sigma e remuneração extra, tento não colocar projetos difíceis nas metas anuais. É melhor não colocá-los.

Dois dos grupos empresariais mais bem-sucedidos do Brasil tem uma política de incentivos / bônus diferenciados, com pagamentos de até 10 ou 20 salários extras por ano, nos bons anos e quando as pessoas cumprem as metas. São empresas com desenvolvimento espetacular. Os principais proprietários de uma destas empresas (AB InBev) ocupam a primeira, a quarta e a oitava posição no *ranking* das pessoas bilionárias em 2013 no Brasil (Forbes, 2013). O principal proprietário do outro grupo empresarial ocupa a nona posição dos mais ricos do país. O CEO deste grupo escreveu:

A política de distribuição ampla dos resultados obtidos por uma empresa a partir de um valor mínimo predeterminado cria cartórios e desencoraja as pessoas mais produtivas (Odebrecht, 2010).

Por outro lado uma das melhores empresas do país, a AB InBev, cresceu espetacularmente e um dos pilares é a recompensa por resultados que transformou vários profissionais que trabalham na empresa em milionários, além dos três sócios estarem hoje entre os dez bilionários mais ricos do Brasil. No entanto, em recente entrevista, um dos três principais sócios declarou (TELLES, 2014; in Revista Exame):

Não é o dinheiro que faz gente boa. Gente boa quer construir, meter bronca. O dinheiro é o que você deve a essas pessoas pelos resultados que elas trazem. Muita gente acha que balançar dinheiro na frente de uma pessoa vai fazê-la mudar, correr atrás ou se transformar. Não vão. Aquela pessoa já traz em si esse tipo de atitude.

Como os resultados da pesquisa não levam a esta conclusão, sugerimos então que incentivos e bônus seja parte de futuras pesquisas que aprofundem mais este tema, avaliando-o sobre outras perspectivas, por exemplo, inserindo-se também fatores sociológicos e psicológicos da motivação humana.

Analisando o que estudamos sobre incentivos, a declaração do *Black Belt* acima descrita, como também os dizeres da Odebrecht e da AMBEV, podemos colocar como uma hipótese a ser estudada em futuros trabalhos que a motivação das pessoas depende de questões internas às mesmas (proatividade, por exemplo... “Gente boa quer construir, meter bronca”, como afirmou o executivo da AMBEV), questões do ambiente do trabalho e questões delas terem um sentido de vida. E que isto tudo vem antes do incentivo financeiro, mas que, com o tempo, se o incentivo não vem, as pessoas não dão o máximo de si, que é o que transparece na declaração do *Black Belt*.

O FCS *Ligação do Seis Sigma com um programa de benchmarking* aparece em nossa pesquisa no décimo sétimo lugar e no 69º lugar no *ranking* geral dos artigos pesquisados. Ele aparece apenas na pesquisa de Jayaraman *et al* (2012), e mesmo assim, sem significância estatística. Por conseguinte, pode-se afirmar que este FCS não é reconhecido pela literatura como um importante FCS. Também em relação ao que as empresas praticam, esta prática tem pouca utilização como vimos no item 4.2.5. Nem as empresas praticam nem os profissionais valorizam.

4.4.12 Comparações importância X práticas

Na nossa pesquisa analisamos algumas práticas de gestão ligadas ao Seis Sigma contemplando dois aspectos. O primeiro aspecto é em que grau a empresa desenvolve de forma mais intensa ou não a prática de gestão avaliada, que foi explorado no segundo bloco de questões do questionário. O segundo aspecto é a importância que cada respondente dá a cada prática de gestão. No terceiro bloco do questionário os respondentes avaliaram a importância dos fatores críticos de sucesso, qual a prioridade que dão, independentemente se a empresa pratica ou não. Em ambos os casos foi utilizada a escala Likert de cinco pontos: 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80% e 80-100%. A Tabela 29 mostra as importâncias dadas pelos respondentes e a realidade das empresas referentes a oito das práticas de gestão avaliadas, bem como as médias e os desvios padrão.

Tabela 29 - Comparação entre a importância dada pelos respondentes e a realidade das empresas em oito práticas de gestão mais votadas relacionadas ao Seis Sigma

Práticas de Gestão	Importância		Realidade da empresa	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Confiança, ética, respeito	4,67	0,60	4,67	0,72
Compreensão metodologia Seis Sigma	4,47	0,74	4,10	1,07
Comprometimento da alta administração	4,68	0,74	4,11	1,00
Escolha das pessoas para BBs	4,47	0,75	3,82	1,17
Gerenciamento rotina dia-a-dia	4,17	0,76	3,81	0,96
Ligação Seis Sigma com os Clientes	4,40	0,69	3,39	1,25
Incentivos e bônus	3,28	1,28	1,93	1,13
Gerenciamento pelas diretrizes	4,50	0,68	4,52	0,82

Uma primeira análise mostra que todos os desvios padrão são maiores para a realidade da empresa. Em apenas um deles (Incentivos e bônus) os desvios padrão da importância é maior. Isto significa que existe um maior consenso sobre a importância das práticas de gestão para o Seis Sigma, do que um consenso se as práticas estão sendo bem aplicadas nas empresas. Quanto ao fato de Incentivos e bônus terem maior dispersão quanto à importância, isto reforça nosso achado de que se trata de um assunto complexo, sem consenso teórico e ainda não perfeitamente estudado e estabelecido.

Outra análise é sobre as diferenças das médias de avaliação, que pode ser visto no Gráfico 9.



Gráfico 9 - Comparação das médias das avaliações da importância versus utilização de práticas de gestão relacionadas com o Seis Sigma

Verificamos pelo Gráfico 9 que duas práticas de gestão têm avaliações coincidentes (médias muito semelhantes) entre a importância das mesmas e a utilização das mesmas pelas empresas. Além disto, as médias das avaliações são das mais altas. São elas a “Confiança, ética e respeito às pessoas” e o “Gerenciamento pelas diretrizes”. Assim sendo os respondentes estão satisfeitos com estas duas práticas nas suas empresas. Existe um ambiente de confiança, ética e respeito, assim como uma metodologia de desdobramento de metas através do gerenciamento pelas diretrizes, método este desenvolvido pelos Japoneses e bem difundido nas empresas pesquisadas, sendo um dos conhecimentos amplamente difundidos por Campos (1996) aqui no Brasil.

Das oito práticas analisadas seis delas têm avaliações diferentes, conforme mostra o Gráfico 9:

- Compreensão da metodologia Seis Sigma;
- Comprometimento da alta administração;
- Escolha das pessoas para BBs;
- Gerenciamento rotina dia-a-dia;

- Ligação Seis Sigma com os Clientes;
- Incentivos e bônus.

Os respondentes então avaliam que as seis práticas de gestão acima deveriam estar mais bem utilizadas pelas suas empresas. Dentre as seis práticas, as duas que mais receberam avaliações a menor que as suas importâncias foram a “Ligação do Seis Sigma com os clientes” e a “Incentivos e bônus”. Estas duas práticas já foram comentadas anteriormente, que as empresas pesquisadas não são fortes no foco nos clientes estando mais preocupadas com a redução de defeitos e de custos. Também não praticam a participação significativa dos resultados para os profissionais do Seis Sigma na forma de incentivos e bônus.

Um aspecto positivo é o fato de existir a constatação dos respondentes de que as empresas não aplicam devidamente as práticas citadas. A consciência deste fato é melhor do que se não houvesse esta consciência.

O Gráfico 9 vê-se que existem diferenças de avaliação entre o que os respondentes acham importante e o que acham que as empresas praticam, pois o mesmo foi traçado pelas médias. No entanto é necessário verificar se de fato estas diferenças existem, em quais itens existem diferenças estatisticamente comprovadas entre as avaliações de importância e de utilização das práticas de gestão. Para verificar isto aplicaremos o teste do *ranking* dos sinais de Wilcoxon (*Signed Ranks Test*), adequado para esta situação conforme preconiza Field (2009).

a) Confiança, ética e respeito às pessoas

Através do teste do *ranking* dos sinais de Wilcoxon comparamos a “Confiança, ética e respeito às pessoas” em termos da importância X utilização fornecida pelos respondentes da pesquisa (Tabelas 30 e 31). A Tabela 30 mostra quantos respondentes da pesquisa informaram coincidirem (empates) a importância e a prática, quantos responderam que a importância é mais que a prática e quantos responderam que a prática é mais que a importância.

Tabela 30 - *Rankings*

		N	Média dos <i>Rankings</i>	Soma dos <i>Rankings</i>
A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral - FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas	<i>Rankings</i> Negativos	16 ^a	20,06	321,00
	<i>Rankings</i> Positivos	20 ^b	17,25	345,00
	Empates	66 ^c		
	Total	102		
a. A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral < FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas				
b. A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral > FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas				
c. A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral = FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas				

Tabela 31 - Teste Estatístico^b

	A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral - FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas
Z	-,334 ^a
Asymp. Sig. (2-caudas)	0,738

a. Baseado nos *rankings* positivos

b. Teste do *Ranking* dos Sinais de Wilcoxon (Signed Ranks Test)

Para os respondentes sobre a importância, a média foi um pouco mais alta (Mediana = 20,06) do que a utilização desta prática nas empresas (Mediana = 17,50). A soma dos postos/*rankings* são bastante próximas (321,00 e 345,00), a estatística teste T = 321,00, a significância $p = 0,738 (> 0,05)$ e o Efeito $r = -0,033 (-0,334/\text{raiz quadrada de } 102)$. A Tabela 30 apresenta:

- 66 empates (c. A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral = FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas);
- 16 *rankings* negativos (A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral < FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas);

- 20 *rankings* positivos (A empresa é reconhecida pela confiança, ética, integridade e respeito às pessoas de um modo geral > FCS: Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas).

Das 102 respostas ao questionário para estas duas perguntas sobre a importância e se as empresas praticam, 66 responderam coincidentemente, 16 penderam para um lado e 20 para o outro. Com base nestas análises podemos concluir que não há diferenças entre a importância e a utilização da prática de gestão “Confiança, ética e respeito às pessoas”. A significância de 0,738 (Tabela 31) bem maior que 0,05 confirma isto.

b) Compreensão da metodologia Seis Sigma

Novamente através do teste do *ranking* dos sinais de Wilcoxon comparamos a prática de gestão “Compreensão metodologia Seis Sigma” em termos da importância X utilização fornecida pelos respondentes da pesquisa (Tabelas 32 e 33).

Tabela 32 - *Rankings*

	N	Média dos <i>Rankings</i>	Soma dos <i>Rankings</i>
O 6 Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa - FCS: Compreensão da metodologia <i>Six Sigma</i>	23 ^a	23,83	548
<i>Rankings</i> Negativos	18 ^b	17,39	313
<i>Rankings</i> Positivos	35 ^c		
Empates			
Total	76		

a. O 6 Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa < FCS: Compreensão da metodologia *Six Sigma*

b. O 6 Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa > FCS: Compreensão da metodologia *Six Sigma*

c. O 6 Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa = FCS: Compreensão da metodologia *Six Sigma*

Tabela 33 - Teste Estatístico^b

	O 6 Sigma estabelece uma meta mensurável a ser alcançada e apresenta um método de solução de problemas para aumentar a satisfação dos clientes e ampliar dramaticamente o lucro líquido ("bottom line"). Isto é praticado na empresa - FCS: Compreensão da metodologia <i>Six Sigma</i>
Z	-1,574 ^a
Asymp. Sig. (2-caudas)	0,116

a. Baseado em *Rankings* Positivos

b. Teste do *Ranking* dos Sinais de Wilcoxon (Signed Ranks Test)

Analisando as duas tabelas anteriores (significância $0,116 > 0,05$) concluímos que também não há diferença de avaliação entre a importância dada e o que a empresa pratica no que diz respeito a “Compreensão da metodologia Seis Sigma” pelos respondentes das empresas consultadas.

c) Comprometimento da alta administração

Já o “Comprometimento da alta administração” se apresenta com uma diferença entre a prática e a ordem de importância dada a esta prática de gestão nas empresas pesquisadas. O teste do *ranking* dos sinais de Wilcoxon mostra nas Tabelas 34 e 35:

Tabela 34 - *Rankings*

		N	Média dos <i>Rankings</i>	Soma dos <i>Rankings</i>
Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração - FCS: Comprometimento da Alta Administração	<i>Rankings</i> Negativos	26 ^a	16,87	438,5
	<i>Rankings</i> Positivos	5 ^b	11,5	57,5
	Empates	44 ^c		
	Total	75		

a. Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração < FCS: Comprometimento da Alta Administração

b. Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração > FCS: Comprometimento da Alta Administração

c. Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração = FCS: Comprometimento da Alta Administração

Tabela 35 - Teste Estatístico^b

	Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração - FCS: Comprometimento da Alta Administração
Z	-3,905 ^a
Asymp. Sig. (2-caudas)	0

a. Baseado em *Rankings* Positivos

b. Teste do *Ranking* dos Sinais de Wilcoxon (Signed Ranks Test)

Podemos observar nas tabelas que das 75 avaliações:

- 44 empataram (Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração = ao FCS: Comprometimento da Alta Administração);
- 26 tiveram *ranking* negativo (Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração < FCS: Comprometimento da Alta Administração);
- 5 *rankings* positivos (Na empresa os projetos 6 Sigma são acompanhados de perto pela Alta Administração > FCS: Comprometimento da Alta Administração).

O somatório dos *ranking* deu uma grande diferença (438,5 contra 57,5), com o tamanho do efeito $r = -0,45$.

Com o *output* acima do teste dos sinais de Wilcoxon, sendo a significância = 0,00; podemos concluir que existe uma diferença nas avaliações, que os respondentes acreditam que o comprometimento da alta administração na prática é inferior à importância dada por eles. Esta é uma conclusão importante da nossa pesquisa, pois é confirmada estatisticamente. É usual que os funcionários das empresas achem (gostariam) que o comprometimento da alta administração deveria ser maior com os programas Seis Sigma e isto foi aqui constatado estatisticamente nas empresas pesquisadas.

d) Escolha das pessoas para *Black Belts*

Novamente através do teste do *ranking* dos sinais de Wilcoxon comparamos a prática de gestão “Escolha das pessoas para *Black Belts*/Seis Sigma” em termos da importância X utilização fornecida pelos respondentes da pesquisa (Tabelas 36 e 37).

Tabela 36 - *Rankings*

		N	Média dos <i>Rankings</i>	Soma dos <i>Rankings</i>
Os <i>BBs</i> são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6 Sigma. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem <i>BBs</i> . Na empresa foram bem escolhidos. - FCS: Escolha das pessoas para o 6 Sigma	<i>Rankings</i> Negativos	38 ^a	25,74	978
	<i>Rankings</i> Positivos	10 ^b	19,8	198
	Empates	28 ^c		
	Total	76		

a. Os *BBs* são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6 Sigma. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem *BBs*. Na empresa foram bem escolhidos. < FCS: Escolha das pessoas para o 6 Sigma

b. Os *BBs* são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6 Sigma. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem *BBs*. Na empresa foram bem escolhidos. > FCS: Escolha das pessoas para o 6 Sigma

c. Os *BBs* são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do 6 Sigma. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem *BBs*. Na empresa foram bem escolhidos. = FCS: Escolha das pessoas para o 6 Sigma

Tabela 37 - Teste Estatístico^b

	Os <i>BBs</i> são os que realmente fazem o trabalho. Eles são a chave do sucesso do Seis Sigma. Devem ser escolhidas pessoas comprometidas para serem <i>BBs</i> . Na empresa foram bem escolhidos. - FCS: Escolha das pessoas para o Seis Sigma
Z	-4,134 ^a
Asymp. Sig. (2-caudas)	0

a. Baseado em *Rankings* Positivos

b. Teste do *Ranking* dos Sinais de Wilcoxon (Signed Ranks Test)

Podemos observar nas duas tabelas que as médias são bem diferentes, bem como a soma dos *rankings* e a significância é igual a 0,00; o que leva à conclusão que a escolha das pessoas para o Seis Sigma nas empresas pesquisadas está aquém da importância dada a esta prática. Os respondentes acham que as pessoas para atuarem como *Black Belts* deveriam ser melhor escolhidas.

e) Gerenciamento da rotina do dia-a-dia

Quanto à prática de gestão “Gerenciamento da rotina do dia-a-dia” em termos da importância X utilização fornecida pelos respondentes da pesquisa (Tabelas 38 e 39) temos:

Tabela 38 - *Rankings*

		N	Média dos <i>Rankings</i>	Soma dos <i>Rankings</i>
A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados - FCS: Gerenciamento da rotina do dia-a-dia	<i>Rankings</i> Negativos	43 ^a	36,47	1568
A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados > FCS: Gerenciamento da rotina do dia-a-dia	<i>Rankings</i> Positivos	24 ^b	29,58	710
	Empates	36 ^c		
	Total	103		

a. A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados < FCS: Gerenciamento da rotina do dia-a-dia

b. A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados > FCS: Gerenciamento da rotina do dia-a-dia

c. A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados = FCS: Gerenciamento da rotina do dia-a-dia

Tabela 39 - Teste Estatístico^b

	A empresa tem suas operações do dia-a-dia com boa previsibilidade com Itens de Controle, Procedimentos Operacionais, Sistema de Análise de Falhas e Metodologia de Solução de Problemas (antes do 6 Sigma), todos estes itens bem gerenciados - FCS: Gerenciamento da rotina do dia-a-dia
Z	-2,812 ^a
Asymp. Sig. (2-caudas)	,005

a. Baseado em *Rankings* Positivos

b. Teste do *Ranking* dos Sinais de Wilcoxon (Signed Ranks Test)

Também podemos observar nas duas tabelas que as médias são bem diferentes, bem como a soma dos *rankings* e a significância é igual a 0,005, o que leva à conclusão que a gerência da rotina do dia-a-dia nas empresas pesquisadas está aquém da importância dada a esta prática.

f) Ligação do Seis Sigma com os clientes

Comparando a prática de gestão “Ligação do Seis Sigma com os clientes” em termos da importância X utilização fornecida pelos respondentes da pesquisa (Tabelas 40 e 41) temos:

Tabela 40 - *Rankings*

		N	Média dos <i>Rankings</i>	Soma dos <i>Rankings</i>
Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma partindo dos problemas junto aos clientes - FCS: Ligação do 6 Sigma com os interesses dos clientes	<i>Rankings</i> Negativos	46 ^a	31,22	1436
	<i>Rankings</i> Positivos	10 ^b	16	160
	Empates	20 ^c		
	Total	76		

- a. Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma partindo dos problemas junto aos clientes < FCS: Ligação do 6 Sigma com os interesses dos clientes
- b. Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma partindo dos problemas junto aos clientes > FCS: Ligação do 6 Sigma com os interesses dos clientes
- c. Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma partindo dos problemas junto aos clientes = FCS: Ligação do 6 Sigma com os interesses dos clientes

Tabela 41 - Teste Estatístico^b

	Na empresa são escolhidos os projetos 6 Sigma partindo dos problemas junto aos clientes - FCS: Ligação do 6 Sigma com os interesses dos clientes
Z	-5,329 ^a
Asymp. Sig. (2-caudas)	0

- a. Baseado em *Rankings* Positivos
- b. Teste do *Ranking* dos Sinais de Wilcoxon (Signed Ranks Test)

Podemos observar nas duas tabelas que as médias são bem diferentes, bem como a soma dos *rankings* e a significância é igual a 0,00, o que leva à conclusão que a Ligação do Seis Sigma com os clientes nas empresas pesquisadas está aquém da importância dada a esta prática. Conforme já comentado anteriormente, esta prática é uma das grandes carências das empresas pesquisadas, o que é validado por este teste.

g) Incentivos e bônus diferenciados

Comparando a prática de gestão “Incentivos e bônus diferenciados” em termos da importância X utilização fornecida pelos respondentes da pesquisa (Tabelas 42 e 43).

Tabela 42 - *Rankings*

		N	Média dos <i>Rankings</i>	Soma dos <i>Rankings</i>
A empresa dá Participação/ Bônus/ Gratificações generoso-agressivas para os empregados por bons resultados do 6 Sigma, podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano - FCS: Programa de incentivos/bônus diferenciados	<i>Rankings</i> Negativos	67 ^a	40,01	2680,5
	<i>Rankings</i> Positivos	8 ^b	21,19	169,5
	Empates	25 ^c		
	Total	100		

a. A empresa dá Participação/ Bônus/ Gratificações generoso-agressivas para os empregados por bons resultados do 6 Sigma, podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano < FCS: Programa de incentivos/bônus diferenciados

b. A empresa dá Participação/ Bônus/ Gratificações generoso-agressivas para os empregados por bons resultados do 6 Sigma, podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano > FCS: Programa de incentivos/bônus diferenciados

c. A empresa dá Participação/ Bônus/ Gratificações generoso-agressivas para os empregados por bons resultados do 6 Sigma, podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano = FCS: Programa de incentivos/bônus diferenciados

Tabela 43 - Teste Estatístico^b

	A empresa dá Participação/ Bônus/ Gratificações generoso-agressivas para os empregados por bons resultados do 6 Sigma, podendo chegar até a mais de 10 salários extras/ano - FCS: Programa de incentivos/bônus diferenciados
Z Asymp. Sig. (2-caudas)	-6,704 ^a 0

a. Baseado em *Rankings* Positivos

b. Teste do *Ranking* dos Sinais de Wilcoxon (Signed Ranks Test)

Também podemos observar nas duas tabelas que as médias são bem diferentes, bem como a soma dos *rankings* e a significância é igual a 0,00, o que leva à conclusão que a prática de incentivos e bônus diferenciados nas empresas pesquisadas está aquém da importância dada a esta prática. Conforme já comentado anteriormente, consideramos esta prática como uma das grandes carências das empresas pesquisadas, o que é validado por este teste.

Fazendo um resumo destas comparações entre a importância dada e o que as empresas praticam temos as questões nas quais a importância e prática coincidem:

- Confiança, ética e respeito às pessoas;
- Compreensão da metodologia Seis Sigma;
- Sistema de metas anuais/Gerenciamento pelas Diretrizes.

Vale observar que Compreensão da metodologia Seis Sigma, pelo Gráfico 9 parecia apresentar uma diferença de avaliação o que estatisticamente não se confirmou.

As práticas que não coincidem são cinco, que são:

- Comprometimento da alta administração;
- Escolha das pessoas para o Seis Sigma;
- Gerenciamento da rotina diária;
- Escolha dos projetos Seis Sigma partindo dos clientes;
- Participação/bônus/gratificações significativas;

Colocando em ordem (pelas diferenças das médias pelos *rankings*) temos:

- Participação/bônus/gratificações generosas (diferença de 18,82);
- Escolha dos projetos Seis Sigma partindo dos clientes (diferença de 15,22);
- Gerenciamento da rotina diária (diferença de 6,89);
- Escolha das pessoas para o Seis Sigma (diferença de 5,94);
- Comprometimento da alta administração (diferença de 5,37);

Vemos assim que a maior diferença entre o que os respondentes valorizam e o que as empresas praticam está nas gratificações/bônus e na escolha dos projetos a partir dos clientes.

Isto nos remete mais uma vez a comentar que se o Seis Sigma é focado em resultados financeiros, é esperado que os participantes do programa recebessem parte dos ganhos, o que verificamos não ser um consenso mesmo internacionalmente, precisando assim este item ser mais pesquisado.

No que diz respeito aos projetos serem escolhidos partindo dos clientes não há discordância nenhuma, pois as pesquisas consultadas valorizam isto, estando assim as empresas da nossa pesquisa precisando enveredar por esta prática.

4.5 COMPARAÇÃO CONSTRUTOS: PRÁTICAS X FCSs

Como já pôde ser percebido, este trabalho de pesquisa foi dividido em dois grandes blocos. Um deles foi o das 26 práticas de gestão que foram pesquisados para avaliar como e se as empresas estão utilizando. Doze destas práticas foram descartadas no tratamento estatístico ficando 14 delas que constituíram três construtos que denominamos de:

- Comprometimento da alta administração;
- Sistema de Gestão e seleção de projetos;
- Papéis dos *Black Belts*

Um segundo bloco foi o dos fatores críticos de sucesso que pesquisamos como os respondentes valorizam os mesmos em termos de importância, os quais constituíram três construtos que denominamos de:

- Requisitos para o programa Seis Sigma;
- Sistema de gestão da empresa;
- Comprometimento da alta administração e estratégias

Colocando lado a lados estes construtos, já organizados de acordo com as respectivas afinidades, temos no Quadro 8:

CONSTRUTOS	
PRÁTICAS DE GESTÃO NAS EMPRESAS	FATORES CRITICOS DE SUCESSO
Comprometimento da alta administração	Comprometimento da alta administração e estratégias
Sistema de gestão e seleção de projetos	Sistema de gestão da empresa
Papéis dos Black Belts	Requisitos para o programa Seis Sigma

Quadro 8 - Construtos das práticas de gestão e dos FCSs, rearranjados

O Quadro 8 mostra então que os dois conjuntos de construtos são bastante similares, o que contribui para validação do nosso trabalho.

Em primeiro lugar temos nos dois casos o Comprometimento da alta administração, fator sempre posicionado no primeiro lugar de modo geral nas pesquisas internacionais.

Em segundo temos o Sistema de gestão que, como já comentamos, constitui uma base sobre a qual se assenta o Seis Sigma.

Em terceiro temos os requisitos para o Seis Sigma, que é mais específico para o caso das práticas de gestão que foca no papel dos *Black Belts*. Entre os requisitos para o Seis Sigma temos dois FCSs que são “Escolha das pessoas para o Seis Sigma” e “Infraestrutura organizacional (MBB, BB, GB, etc.)”. Vemos assim que estes se relacionam diretamente com os *Black Belts* que são considerados os profissionais chaves do programa Seis Sigma, como já referido anteriormente.

Vemos assim que através de dois caminhos diferentes chegamos a resultados similares, consolidando os construtos encontrados. Em resumo, para ter sucesso com um programa Seis Sigma as empresas precisam ter o comprometimento da alta administração, ter um bom sistema de gestão da empresa/ focado nos projetos estratégicos e uma obediência aos requisitos conhecidos de um programa Seis Sigma, principalmente no que diz respeito aos *Black Belts*.

4.6 AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS SEIS SIGMA, TQM E ISO 9001.

O foco principal do nosso estudo foi o Seis Sigma, mas aproveitamos o mesmo para analisar a relação deste programa de melhoria contínua com dois outros que o precederam e que tiveram grande abrangência que foram o TQM e o ISO 9001.

Estes três programas foram implementados em quase todas as boas empresas no Brasil, como também em todo o mundo. No início até houve certa competição entre o TQM e a ISO 9001 com partidários de um e outro defendendo as vantagens de cada um. Basicamente que o TQM é focado nos resultados e o ISO 9001 focado na garantia da qualidade para os clientes, porém muito burocrática. Nas décadas de 1980/1990 surgiu o Seis Sigma. O TQM perdeu um tanto de relevância pelos motivos já explorados anteriormente no capítulo 2, e o programa ISO 9001 se manteve e foi ampliado ao longo deste tempo por se tratar de uma norma. Em sendo uma norma e existindo auditorias obrigatórias, o ISO 9001 se manteve mais presente que o TQM⁴.

Já o Seis Sigma é apontado por alguns especialistas como tendo como uma das vantagens o fato de não ter "grampos" (Pyzdek, 2001), referindo-se a normas, selos, etc., (a ISO 9001 tem um certificado), e a prêmios de qualidade, que é o caso do TQM.

Mas O ISO 9001 é um sistema que obriga a empresa a adotar várias práticas que asseguram que o programa será executado e que vai continuar. Ele obriga a empresa a ter um manual, os procedimentos, obriga as empresas a implementarem um sistema de controle de toda a documentação, obriga o treinamento de todos os envolvidos, obriga a empresa a ter auditores internos e conta com auditores externos para certificação e recertificações com uma determinada frequência.

Conforme Pinto *et al* (2009), algumas sinergias entre a ISO 9001 e o Seis Sigma incluem:

- Seis Sigma é um programa para a melhoria contínua da qualidade e este tipo de requisito é necessário para a ISO 9001;

⁴ Em alguns artigos a ISO 9001 é referida como norma – assim sendo, no feminino; como muitas vezes também o TQM é tratado como a GQT – no feminino, ou mesmo como uma metodologia, igualmente ao Seis Sigma. Para simplificar denominamos de “programa” estas três iniciativas, todas usando o gênero masculino.

- A elaboração e controle de documentos, a análise crítica, as ações corretivas e preventivas podem ser compartilhadas por ambos os programas;
- Também as auditorias da ISO 9001 podem ajudar a verificar os resultados do Seis Sigma;
- Os objetivos de qualidade exigidos pela ISO 9001 podem ser baseados no DPMO (defeitos por milhão de oportunidades) do Seis Sigma.

Algumas empresas implantaram o ISO 9001 para um único produto e outras empresas fizeram isso para todos os seus produtos. Uma das empresas pesquisadas implementou o TQM, em seguida a ISO 9001 e depois o Seis Sigma. Esta empresa ganhou o Prêmio Melhores Empresas para se Trabalhar no Brasil e alguns anos mais tarde ganhou o Prêmio Nacional da Qualidade (semelhante ao Prêmio de Qualidade Malcolm Baldrige, dos EUA). O gerente da qualidade da empresa informou: "Nós decidimos incluir todas as iniciativas de qualidade como 5S, TQM, Seis Sigma, etc., nos procedimentos da ISO 9001 e isso nos ajudou muito".

Em nossa opinião o TQM e Seis Sigma são mais eficazes que a ISO 9001, pois focam nos resultados, principalmente o Seis Sigma, mas ambos estes dois programas podem ganhar vantagem se existir um bom programa ISO 9001 instalado, pois isto garante melhor a manutenção da rotina do dia-a-dia, o controle da documentação, etc.

Embora nosso trabalho seja focado no Seis Sigma, aproveitamos a oportunidade do contato com as empresas para pesquisar a opinião destas sobre estes três programas. Para tal incluímos quatro perguntas no nosso questionário para cada um destes programas. Perguntamos às empresas sobre o Seis Sigma, o TQM e o ISO 9001 sobre o seguinte:

- Estágio de implantação do Seis Sigma;
- Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação do Seis Sigma;
- Dê uma nota nos RESULTADOS do Seis Sigma;
- A empresa continua com o programa de Seis Sigma até hoje;
- Estágio de implantação do TQM, TQC ou GQT;
- Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação do TQM, TQC ou GQT;
- Dê uma nota nos RESULTADOS do TQM, TQC ou GQT;
- A empresa continua com o TQM até hoje;

- Estágio de implantação da ISO 9001;
- Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação da ISO 9001;
- Dê uma nota nos RESULTADOS da ISO 9001;
- A empresa continua com a ISO 9001 até hoje.

As respostas aos questionários informaram que todas as empresas pesquisadas implementaram o programa Seis Sigma (100%), pois foi condição *sine qua non* para participarem, 86% implementaram o TQM e 94% o ISO 9001. Para comparar Seis Sigma, TQM e ISO 9001 a média de cada um desses programas de gestão foi calculada. O Gráfico 10 mostra a comparação das médias e desvios padrão de cada uma das quatro questões referentes ao Seis Sigma, TQM e ISO 9001. Valores do teste alfa de Cronbach de 0,835, 0,970 e 0,968 foram encontrados (todos maiores do que o recomendado 0,7), indicando uma boa consistência interna dos dados.

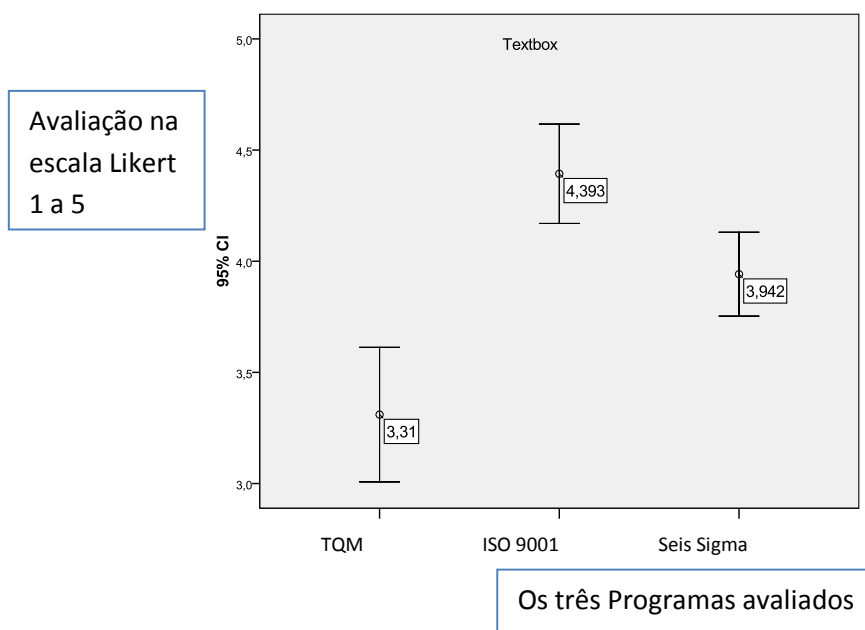


Gráfico 10 - Comparação entre TQM, ISO 9001 e Seis Sigma. A ordenada mostra as médias e dispersão, com intervalo de confiança de 95%

Comparando TQM, ISO 9001 e Seis Sigma em todos os quatro itens estudados, temos uma média de 3,31, 4,39 e 3,94. Os intervalos de confiança mostram que estas médias são diferentes uma das outras. Isso mostra que nas empresas no Brasil, o ISO 9001 tem uma

avaliação global melhor do que o TQM e o Seis Sigma, e que o Seis Sigma tem uma avaliação global melhor do que o TQM, nas empresas pesquisadas.

Correlações não paramétricas (Spearman) foram aplicados ao Seis Sigma, TQM e ISO 9001 e não foi encontrada significância estatística entre TQM e Seis Sigma. Foi encontrada uma fraca correlação estatística significativa entre ISO 9001 e Seis Sigma (0,224 com significância 0,025) e entre ISO 9001 e TQM (0,270 com significância 0,009). Isto é, tanto o TQM como o Seis Sigma tem correlação com o ISO 9001. Já o TQM não correlaciona com o Seis Sigma. Como o Seis Sigma foi desenvolvido bastante a partir do TQM, esperávamos que houvesse correlação entre estes dois programas, mas isto não foi confirmado.

Pela correlação encontrada, o ISO 9001 funciona como um denominador comum entre o TQM e o ISO 9001 já que apresenta correlação com ambos estes programas, o que representa um interessante achado da nossa pesquisa.

5 CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o Seis Sigma tanto nas práticas internacionais como no Brasil e estudar como melhorar a implementação deste programa, em busca de práticas de gestão que impactam mais significativamente nos resultados das empresas, de modo a dar uma contribuição para as mesmas e conseqüentemente para o país. Os objetivos foram atingidos uma vez que foi compreendido como o Seis Sigma é implementado mundo afora, foram achadas as práticas mais bem implementadas pelas empresas, bem como aquelas que necessitam melhorias.

As principais conclusões são que o Seis Sigma no Brasil é aplicado principalmente por grandes empresas industriais, que implementaram o mesmo entre 1999 e 2009, sendo um programa bem avaliado pelos respondentes. As empresas estão implantando este programa seguindo os padrões internacionais, porém, não tão intensamente como recomendado nas prescrições encontradas na literatura técnica internacional sobre o tema.

Uma análise fatorial foi aplicada tanto com as Práticas quanto com os Fatores Críticos de Sucesso. Uma síntese sobre os mesmos revelou o essencial para o sucesso do Seis Sigma que é em primeiro lugar o Comprometimento da alta administração, fator sempre posicionado em primeiro lugar nas pesquisas internacionais. Em segundo temos o Sistema de gestão que constitui uma base sobre a qual se assenta o Seis Sigma. Em terceiro, temos os Requisitos para o Seis Sigma, que é mais específico para o caso das práticas de gestão que foca no papel dos *Champions* e dos *Black Belts*. Em resumo, verificamos que para ter sucesso com um programa Seis Sigma as empresas precisam ter o comprometimento da alta administração, ter um bom sistema de gestão da empresa/ focado nos projetos estratégicos e uma obediência aos requisitos conhecidos do Seis Sigma, principalmente no que diz respeito aos *Black Belts*.

As descobertas das carências das empresas consultadas foi uma contribuição importante da nossa pesquisa, que poderão alavancar seus programas com base nos achados deste trabalho. Foi constatado que o papel dos champions não está sendo cumprido adequadamente, bem como verificamos que a quantidade de profissionais envolvidos no programa – *MBBs*, *BBs* e *GBs*, estão muito aquém do necessário. Piora o fato dos *BBs* de modo geral não estarem dedicando tempo integral, o que atrasa sobremaneira a execução dos projetos, retardando assim a consecução dos resultados do programa.

A eficácia também está comprometida pelo pouco uso do *benchmarking* para seleção dos projetos, embora não tenhamos obtido comprovação sobre a importância desta prática. Na verdade as empresas pesquisadas na sua maioria não encaram o programa Seis Sigma como deveriam, como sendo a principal iniciativa da gestão, como foi o caso das empresas internacionais que adotaram o Seis Sigma com sucesso. Através de *benchmarking*, as empresas podem subir de nível para alcançar as que estão no topo do nível internacional em termos de qualidade, produtividade e consequente competitividade. O *benchmarking* deve ser aplicado em um programa Seis Sigma para identificar as áreas onde selecionar os projetos mais estratégicos, a fim de avançar a empresa rumo a excelência internacional.

Nossa contribuição então segue na direção das empresas reforçarem o programa Seis Sigma aumentando a quantidade de *BBs* e *GBs*, colocando os *BBs* em tempo integral e reforçando a papel dos *champions* e que utilizem o *benchmarking* para escolha dos projetos, fazendo com que os mesmos possam estar comprometidos com o programa de forma a suportarem os trabalhos dos *BBs*. Isto feito, os resultados poderão ser multiplicados por quatro a cinco vezes do que está sendo colhido atualmente nas empresas pesquisadas, conforme apresentamos no item 4.7.10.

Uma extensão do programa também se torna necessário na direção de ligar o programa Seis Sigma com os interesses dos clientes. Em vez de se concentrar apenas na redução do número de defeitos e redução de custos, que é o que ocorre hoje, deve ser dada mais atenção para o foco nos clientes e trabalhar na produção de produtos mais especializados e inovadores. E utilizar o *Design for Six Sigma (DFSS)* para já projetar produtos com qualidade seis sigma. Isto é uma grande fraqueza das nossas empresas, sendo urgente a prática da metodologia *DFSS*, de modo a inovar produtos com qualidade Seis Sigma, conforme discutido no item 4.7.5.

Uma nota especial vai para o Programa de Incentivos e bônus, o qual acreditamos ser importante para o programa Seis Sigma. Este item aparece em último lugar nas empresas pesquisadas e em 17 dos 26 artigos consultados sobre FCSs este item não foi pesquisado/lembrado. E nos demais artigos de modo geral ele aparece nas últimas colocações. No entanto, duas das empresas mais importantes e bem sucedidas brasileiras que atuam internacionalmente têm a prática de incentivos/bônus substanciais para os seus trabalhadores, que podem alcançar até mais de 10 salários extras por ano, e os resultados

obtidos pelas mesmas afirmam a validade desse investimento e o retorno que ele confere. Por que então não aplicar isso para o programa Seis Sigma de forma a tornar o programa mais eficaz e assim aumentar a competitividade das empresas?

Fazendo um grande resumo, consideramos que este trabalho conseguiu efetivar uma contribuição para as pesquisas internacionais no sentido que:

- Conseguiu, mediante um enorme esforço, uma resposta das empresas em uma quantidade superior à maioria dos trabalhos similares;
- Conseguiu um estrato de respostas compostas de quatro níveis organizacionais, único trabalho encontrado com esta característica;
- Descobriu, com a quantidade de respostas, os três construtos mais importantes para uma boa implementação do programa Seis Sigma (Comprometimento da alta administração; Bom sistema de gestão da empresa/ focado nos projetos estratégicos; Obediência aos requisitos conhecidos de um programa Seis Sigma, principalmente no que diz respeito aos *Black Belts*);
- Reafirmou/consolidou os FCSs mais importantes de um programa Seis Sigma (Comprometimento da alta administração; Treinamento; Ligação do Seis Sigma com as estratégias dos negócios; Seleção e priorização de projetos);
- Descobriu ser a norma ISO 9001 um denominador comum entre os programas TQM (amplamente implementado nas empresas Brasileiras) e o Seis Sigma, isto significando que a inserção tanto do TQM quanto do Seis Sigma, na ISO 9001, impacta positivamente nesses programas;
- Chamou a atenção para FCSs que não estão sendo considerados importantes na literatura internacional, mas que a nosso ver merecem maior destaque: a Utilização do benchmarking para seleção dos projetos Seis Sigma e a implementação de Incentivos/Bônus substanciais ligados ao Seis Sigma.

Como contribuição para as empresa no Brasil temos:

- Os três construtos para o sucesso do Seis Sigma, acima já citados;
- As práticas de gestão ligadas ao Seis Sigma que estão sendo bem implementadas: Comprometimento da Alta Administração, Compreensão da metodologia Seis Sigma,

Existência de um banco de dados dos projetos Seis Sigma, Acompanhamento dos projetos Seis Sigma pela Alta Administração, Escolha dos projetos Seis Sigma via Planejamento Estratégico, Utilização do desdobramento de metas/Gerenciamento pelas Diretrizes;

- As práticas de gestão ligadas ao Seis Sigma que estão carentes: o papel dos Champions, o Gerenciamento da rotina do dia-a-dia, a ligação do Seis Sigma com os clientes para escolha dos projetos, fraca infraestrutura do Seis Sigma em termos da quantidade de BBSs e da dedicação de tempo dos mesmos para os projetos;
- Os FCSs considerados mais importantes e que coincidem com as avaliações internacionais: Comprometimento da Alta Administração, Treinamento, Ligação do Seis Sigma com as estratégias do negócio, Seleção e priorização dos projetos Seis Sigma;
- Os FCSs menos valorizados pelas empresas no Brasil, mas valorizados internacionalmente: Infraestrutura do Seis Sigma, Ligação do Seis Sigma com os clientes /Utilização do DFSS, Mudança Cultural;
- FCSs que não estão sendo considerados importantes no Brasil nem na literatura internacional, mas que a nosso ver merecem maior destaque: Utilização do benchmarking para seleção dos projetos Seis Sigma e implementação de Incentivos/Bônus substanciais ligados ao Seis Sigma.
- A comparação entre a importância (via os FCSs avaliados pelos respondentes) e o que a empresa pratica, denotando haver coincidências de avaliação em: Compreensão da metodologia Seis Sigma, Sistemas de metas anuais/GPD, Ambiente de confiança, ética e respeito às pessoas;
- A comparação entre a importância (via os FCSs avaliados pelos respondentes) e o que as empresas praticam (mesmo algumas práticas tendo sido avaliadas positivamente, elas foram consideradas aquém das expectativas pelos respondentes), denotando não haver coincidências de avaliação, isto é os respondentes consideram que a prática da empresa não está de acordo com a importância que eles dão aos itens: Comprometimento da Alta Administração, Escolha das pessoas para o Seis Sigma , Gerenciamento da rotina do dia-a-dia, Ligação do Seis Sigma aos clientes para escolha dos projetos, Incentivos e bônus substanciais ligados ao Seis Sigma.

- Importância da aplicação da ISO 9001 como um denominador comum entre os programas TQM (amplamente implementado nas empresas Brasileiras) e o Seis Sigma, isto significando que a inserção tanto do TQM quanto do Seis Sigma na ISO 9001 impacta positivamente nesses programas em termos de perenidade dos mesmos. Isto devido a que esta pesquisa não apresentou correlação positiva entre o TQM e o Seis Sigma, mas apresentou correlação positiva entre o TQM e ISO 9001 como também entre ISO 9001 e o Seis Sigma.

5.1 IMPLICAÇÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este estudo é relevante para as empresas no Brasil, porque elas estão enfrentando problemas causados pelos problemas ligados à competitividade. O Seis Sigma é um excelente programa para alcançar ganhos. Seis Sigma é um programa de gestão que pode ajudar com a melhoria das empresas, onde quer que local ou país estejam localizadas. Ao evitar os problemas de implementação destacadas neste estudo, as empresas podem ser capazes de completar mais projetos melhorando assim seus resultados.

Devido ao tamanho do país (200 milhões de habitantes), orçamento e limitações de tempo, a pesquisa foi focada em grandes empresas industriais. Nossa pesquisa não incluiu empresas de serviços ou Pequenas e Médias Empresas (PMEs). Temos a certeza de que existem empresas desses tipos que estão implementando o Seis Sigma no Brasil, mas a pesquisa não foi capaz de capturá-las. No entanto, a experiência do autor e a pesquisa documental indicam que pequenas e médias empresas, bem como empresas de serviços estão ainda incipientes na implementação de programas Seis Sigma no Brasil.

Um ponto positivo da nossa pesquisa foi a obtenção de três construtos principais para o sucesso do Seis Sigma, tanto em termos de Práticas quanto em termos de FCSs, o que foi possibilitado pelo número de respostas conseguida.

Esta análise se aplica à amostra coletada e não pode ser extrapolada para todas as empresas brasileiras. Para tal seria necessário coletar diferentes amostras e verificar se eles revelariam os mesmos resultados. Mas, conclusões gerais podem ser tiradas com o devido cuidado a partir dos dados coletados, pois 104 questionários foram recebidas de empresas diferentes e

de diferentes setores e níveis organizacionais, sendo uma amostragem bastante substancial quando comparada a pesquisas similares.

Uma possível limitação poderia ser inerente ao método adotado, o qual é baseado nas percepções dos respondentes. Mas artigos existem, como Wall *et al* (2007), que compara dados técnicos com percepções e que conclui que estas últimas são válidas. Além disto, esta limitação fica minorada por termos conseguido respostas de quatro níveis organizacionais diferentes, apresentando assim diferentes pontos de vista que serviram para as percepções serem mais acuradas.

5.2 AGENDA PARA PESQUISAS FUTURAS

A comparação com outros trabalhos foi realizada indistintamente com 26 artigos, os quais são focados em diferentes tipos de empresas. Outros estudos podem ser elaborados, e são destacados a seguir aqueles que podem ser, a nosso ver, mais interessantes para as comunidades industrial e acadêmica.

Estudo separando por tamanho das empresas (grande, média, pequena) como também por tipo (indústrias, serviços, transacionais), de modo que os resultados possam ser segmentados por empresas similares.

Um conjunto de pesquisas pode ser orientada para obter Estudos de Casos contendo o número de projetos Seis Sigma de cada empresa, o tempo para completá-los, os resultados financeiros, os valores investidos no programa, as ferramentas mais utilizadas, e formas de gestão, para se construir orientações de melhores práticas que ajudem na eficácia dos programas Seis Sigma.

Outras pesquisas poderão ser feitas buscando elucidar as maiores discrepâncias entre as práticas de gestão da nossa pesquisa, bem como dos FCSs com aquelas contidas nos artigos internacionais com o objetivo de ampliar os achados desta nossa pesquisa, pois assim os resultados poderão ser extrapolados para além das empresas consultadas.

Sugere-se aqui o aprofundamento nos tópicos *benchmarking* e incentivos e bônus, os quais sentimos falta de maior frequência nos estudos internacionais.

REFERÊNCIAS

ANDRIETTA, J.M.; MIGUEL, P.A.C. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo *survey* exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras, *Gestão & Produção*, v. 14, n. 2, 2007.

ANTONY, J. Six Sigma in the UK service organizations: results from a pilot survey. *Managerial Auditing Journal*, v. 19, n. 8, p. 1006-1013, 2004a.

ANTONY, J. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. *The TQM Magazine*, v. 16, Iss: 4, p. 303-306, 2004b.

ANTONY, J. What is the role of academic institutions for the future development of Six Sigma?. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 57, Iss: 1, p. 107-110, 2007.

ANTONY, J. Six Sigma vs TQM: some perspectives from leading practitioners and academics. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 58, n. 3, 2009.

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.; DESAI, D. A. Assessing the status of six sigma implementation in the Indian industry. *Management Research News*, v. 32, n. 5, p. 413-423, 2009.

ANTONY, J. et al. Six sigma in service organizations: benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 24, n. 3, 2007.

ANTONY, J.; ANTONY, F. J.; KUMAR, M.; CHO, B. R. Six Sigma in service organizations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 24, n. 3, p. 294-311, 2006.

ARAÚJO, C. A. *Bibliometria: evolução história e questões atuais*. Em *Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

ARNHEITER, E. D.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and Six Sigma. *The TQM Magazine*, v. 17, Iss: 1, p. 5-18, 2005.

ASQ, 2014. Disponível em: <<http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/belts-executives-champions.html>>. Acesso em: dez. 2014.

AZIS, Y.; OSADA, H. Innovation in management system by Six Sigma: an empirical study of world-class companies. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 3, p. 172-190, 2010.

BRADY, J. E.; ALLEN, T. T. Six Sigma Literature: A Review and Agenda For Future Research. *Industrial & Systems Engineering*, Ohio State University, 2006.

BREYFOGLE III, F. 21 Common problems (And what to do about them). *Six Sigma Forum Magazine*, p. 35-37, 2005.

BREYFOGLE III, F. W. *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. New York: John Wiley & Sons, 2003.

BRUN, A. Critical success factors of Six Sigma implementations in Italian companies. *International Journal of Production Economics*, p. 158-164, 2010.

CABRERA Jr. A. *Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade*. 2006. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos.

CAMPOS, V. F. *Gerência da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira*. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1989.

CAMPOS, V. F. *Gerenciamento pelas diretrizes*. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMA. Belo Horizonte, 1996.

CARVALHO, M. M. *et al.* Implementação e difusão do programa Seis Sigma no Brasil. *Produção*, v.17, n. 3, 2007.

CHAKRABORTY, A.; CHUAN, T. K. An Empirical Analysis on Six Sigma Implementation in Service Organizations. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 4, n. 2, p. 141-170, 2013.

CHAKRABORTY, A.; TAN, K. C. Case study analysis of Six Sigma implementation in service organizations. *Business Process Management*, v. 18, n. 6, p. 992-1019, 2012.

CHAKRABORTY, A.; TAN, K. C. *Applying six-sigma in the service industry: a review and case study in call center services*. 2006. In Proceedings 2006 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, IEEE, Singapore, p. 728-732.

CHENG, J. L. Implementing Six Sigma via TQM improvement: an empirical study in Taiwan. *The TQM Journal*, v. 20, Iss: 3, p. 182-195, 2008.

CHOWDHURY, S. *The power of six sigma*, Chicago: Dearbone Trade Publishing, 2001.

COMITÊ TEMÁTICO. *Benchmarking - Relatório do Comitê Temático*. FPNQ – Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade, São Paulo: Qualitymark, 2005.

CORDEIRO, J.V.B.M. Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão?, *Rev. FAE*, v. 7, n. 1, p. 19-33, 2004.

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.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. *Estatística sem matemática para psicologia*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608p.

DARVISH H., ZARE, R., CHAHARMAHALI, H., ZERAATI, M. Investigating the Impact of Lean Six Sigma Tenets Implementation on Competitiveness. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, v. 2, n. 10, p. 10019-10024, 2012.

DAVENPORT, T. Why Six Sigma Is on the Downslope. *Harvard Business Review*, 2008. Disponível em: <http://blogs.hbr.org/davenport/2008/01/why_six_sigma_is_on_the_downsl.html>. Acesso em: 13 abr. 2013.

DESAI, D. A., ANTONY, J.; PATEL M. B. An assessment of the critical success factors for Six Sigma implementation in Indian industries. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 61, n. 4, p. 426-444, 2012.

DUSHARME, D. *Six Sigma Survey: Breaking through the Six Sigma Hype*, 2001. Disponível em: <<http://www.qualitydigest.com/nov01/html/sixsigmaarticle.html>>. Acesso em: 19 maio, 2012.

DUSHARME, D. Six Sigma Survey: Big success...what about the other 98%?. *Quality Digest*, 2006.

FEITOR, C.D.C. *et al.*, *A produção científica sobre a metodologia seis sigma*, XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 2005.

FENG, Q. M.; MANUEL, C. M. Under the knife: a national survey of six sigma programs in US healthcare organizations. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, v. 21, Iss: 6, p.535-547, 2008.

FIELD, A. *Descobrendo a ESTATÍSTICA usando o SPSS*, Porto Alegre: Artmed. 2009.

FOLARON, J. et al. The evolution of six sigma. American Society for Quality, p. 38-44, 2003.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas,1996. 159p.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gestão & Produção*, v.11, n.1, São Carlos Jan./Apr. 2004.

GRIFFIN, R. K. A categorization scheme for critical success factors of lodging yield management systems. *Int. J. Hospitality Management*, v. 14, n. 314, p. 325-338, 1995.

GYGI, C., DECARLO, N., WILLIAMS, B. *Six Sigma for Dummies*. Wiley Publishing Inc., Indianápolis, Indiana, 2005.

HABIDIN, N. F.; YUSOF, S. M. Critical success factors of Lean Six Sigma for the Malaysian automotive industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 4, n. 1, p. 60-82, 2013.

HAIR, JOSEPH F., et al., *Análise multivariada de dados*. 6ed, 2009.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York: Currency/Doubleday, 2006.

HENDERSON, K. M.; EVANS J. R. Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company. *Benchmarking: An International Journal*, v. 7, n. 4, p. 260-281, 2000.

IMD, 2013. IMD world competitiveness ranking 2013. Disponível em: <<http://www.imd.org/news/World-Competitiveness-2013.cfm>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

JAYARAMAN, K.; TEO, L. K. A conceptual framework for critical success factors of lean Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 3, p. 191-215, 2010.

JAYARAMAN, K., KEE, T. L., SOH, K. L. The perceptions and perspectives of Lean Six Sigma (LSS) practitioners: An empirical study in Malaysia. *The TQM Journal*, v. 24, n. 5, 2012.

JESUS, A. R. *Diagnóstico do sistema de gestão pela qualidade total (GQT, TQC, TQM) da Caraíba Metais*. 2000. Dissertação (Mestrado Profissional) 1v. 350p., Universidade Federal da Bahia – Administração, Salvador-BA.

JESUS, A. R.; LEPIKSON, H.A. *Ten years of TQM and Five years of Six Sigma program in a metallurgical copper plant*. 2009. In: Fifth International Working Conference Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches, n. 5, Belgrade. Anais Proceedings, Belgrade: Mechanical Engineering Faculty, p. 411-416.

JURAN, J. M. *Juran, na liderança pela qualidade – um guia para executivos*, São Paulo: Enio Matheus Guazzelli, 1989.

KASAHARA, E. S.; CARVALHO, M. M. *Análise dos modelos TQM e Seis Sigma: estudo de multiplos casos*. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.

KUMAR, M.; ANTONY, J. Comparing the quality management practices in UK SMEs. *Industrial Management and Data System*, v. 108, n. 9, p. 1153-1166, 2008.

KUMAR, M.; ANTONY, J.; TIWARI, M. K. Six Sigma implementation framework for

SMEs—a roadmap to manage and sustain the change. *International Journal of Production Research*, 49 (18), 5449-5467, 2011.

KUMAR, M., KHURSHID, K. K., DORA, M. K., TIMANS, W., ANTONY, J. *Lean / Six Sigma implementation in SMEs: Key Findings from International Research*, 1st-5th, 4th World P&OM Conference/19th International Annual EurOMA Conference, Amsterdam, Netherlands, 2012.

MARX, M., 2007. *Six Sigma Saves the Fortune 500 \$427 Billion*. iSixSigma newsletter. Disponível em: <<http://www.isixsigma.com/community/blogs/six-sigma-saves-fortune-500-427-billion/>>. Acesso em: 27 jan. 2015.

MCADAM, R.; LAFFERTY, B. A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change?. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 24, Iss: 5, p. 530-549, 2004.

MIGUEL, P.A.C., ANDRIETTA, J. M. Outcomes from a descriptive survey of Six Sigma management practices in Brazil. *International Journal of Lean Six Sigma*, Emerald Publishing Limited; ISSN: 2040-4166, v. 1, n. 4, p. 358-377, 2010.

MITRA, A. Six sigma education: a critical role for academia. *The TQM Magazine*, v. 16, Iss: 4, p. 293-302, 2004.

NBR ISO 9001:2008, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ODEBRECHT, E. A cultura da Confiança, *Folha de S.Paulo*, 3 jan. 2010.

ODEBRECHT, E. Lucros e resultados, *Folha de S.Paulo*, 7 fev. 2010.

PINTO *et al.*, Programas de melhoria da qualidade no setor bancário: uma análise comparativa do cenário brasileiro e português. *Produto & Produção*, v. 10, n. 3, p. 77-85, 2009.

PINTO, S.H.B. *et al.* Programa Seis Sigma; aspectos sinérgicos com outras abordagens de gerenciamento da qualidade. Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, UFSC, Santa Catarina. *Revista Produção*, v. IX, n. 1, 2009.

PINTO, S.H.B.; CARVALHO, M. M.; HO, L. L. Implementação de programas de qualidade: um *survey* em empresas de grande porte no Brasil. *Gestão & Produção*, v. 13, n. 2. p. 433-446, 2006.

PULAKANAM, V.; VOGES, K. E. Adoption of Six Sigma: Review of Empirical Research. *International Review of Business Research Papers*, v. 6, n. 5, p. 149-163, 2010.

PYZDEK, T. Six Sigma and Lean Production: Which process improvement approach is right for you and your need? *Quality Digest*, January, 2000.

PYZDEK, T.: *The Six Sigma Handbook: A complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. New York: McGraw-Hill, 2003.

PYZDEK, T., 2001. *Why Six Sigma is not TQM*, Disponível em: <<http://www.qualitydigest.com/feb01/html/sixsigma.html>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

REBELATTO, M. G.; OLIVEIRA, I. S. Um estudo comparativo entre a Gestão da Qualidade Total (TQM), o Seis Sigma e a ISO 9000. *Revista Gestão Industrial*, v. 2, n. 1, p. 106-116, 2006.

RIBAS, J. R.; VIEIRA, P. R. C. *Análise Multivariada com o uso do SPS*. Editora Ciência Moderna Ltda, Rio de Janeiro, 2011.

ROCKART, F. J. Chief Executives Define their Own Data Needs. *Harvard Business Review*, 1979.

SATOLO, E. G., ANDRIETTA, J. M., MIGUEL, P. A. C., CALARGE, F. A. Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo *survey*, *Produção*, v. 19, n. 2, p. 400-416, maio/ago. 2009.

SCIENCE DIRECT. Disponível em: <www.sciencedirect.com> Acesso em: nov. 2013.

SEBRAE. http://www.sebraesp.com.br/arquivos_site/biblioteca/EstudosPesquisas/mpes_numeros/MPE_conceito_empregados.pdf. Acesso em: 3 maio 2015.

SENAPATI, N. R. Six Sigma: myths and realities. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 21, n. 6, 2004.

SHARMA, S.; CHETIYA, A. R. An analysis of critical success factors for Six Sigma implementation. *Asian Journal on Quality*, v. 13, n. 3, p. 294-308, 2012.

SMITH, B. Lean and Six Sigma-a one-two punch. *Quality Progress*, v. 36, n. 4, p. 37-41, 2003.

SNEE, R. D.; HOERL, R.W. Integrating lean and Six Sigma – a holistic approach. *Six Sigma Forum Magazine*, v. 6, n. 3, p. 15-21, 2007.

STACKEXCHANGE, 2013. Disponível em: <<http://stats.stackexchange.com/questions/50745/best-factor-extraction-methods-in-factor-analysis>> Acesso em: nov. 2014

SURESH, S., ANTONY, J., KUMAR, M.; DOUGLAS, A. Six Sigma and leadership: some observations and agenda for future research. *The TQM Journal*, v. 24, n. 3, p. 231-247, 2012.

TELLES, M. A lógica de Telles. *Revista Exame*, ed.1078, ano 48, n. 22, p. 118, 2014.

TIMANS, W., ANTONY, J., AHAUS, K.; VAN SOLINGEN, R. Implementation of Lean Six Sigma in small-and medium-sized manufacturing enterprises in the Netherlands. *Journal*

of the Operational and Research Society, v. 63, n. 3, p. 339-353, 2011.

TJAHJONO, B.; BALL, P.; VITANOV, V. I. *et al.* Six Sigma: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 3, p. 216-233, 2010.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implementação. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 13, n. 4, p. 647-662, 2009.

UNIVASO, P. *Implementación de Six Sigma en Argentina*. Facultad de Ingeniería, Universidad Austral, Argentina, 2009.

VOLPATO, G. L. *Dicas para Redação Científica*. Cultura Acadêmica Editora, 3. Ed. São Paulo. 2010.

WANG, H., 2008. *A Review of Six Sigma Approach: Methodology, Implementation and Future Research*, Zhejiang Normal University, Jinhua City, China, Acesso em: 1 fev. 2009.

WEEKS, J.B. Is Six Sigma dead?: If it is, how can we revive it?. *Quality Progress*, v. 44, n. 10, p. 22-28, 2011.

WERKEMA, C., 2008. *Dúvidas Frequentes sobre o Seis Sigma*. Disponível em: <<http://www.werkemaconsultores.com/inside.php?ident=8>>. Acesso em: dez. 2014.

WERKEMA, C., 2008. *O que é Lean Seis Sigma*. Disponível em: <<http://www.werkemaconsultores.com/inside.php?ident=6&tit=#>>, Acesso em: dez. 2014.

ZHANG, Q., IRFAN, M., KHATTAK, M. A. O., ABBAS, J., ZHU, X.; SHAH, M. S. Critical success factors for successful Lean Six Sigma implementation in Pakistan. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, v. 4, n. 1, 2012.

ADENDO 1 - FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO		
Ranking geral (pesos e ordem)		FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO
319	1	Comprometimento da Alta Administração
272	2	Ligação do 6 Sigma com os interesses dos clientes
244	3	Ligação do 6 Sigma com a estratégia do negócio
244	4	Treinamento
212	5	Mudança cultural
220	6	Seleção e priorização de projetos
187	7	Infra-estrut. Org.do 6 Sigma (Champions, MBB, BB, GB, etc.)
169	8	Compreensão da metodologia Six Sigma
166	9	Exper. Com Gerenc. Projetos
126	10	<i>Link SS with Suppliers</i>
121	11	Ligação do 6 Sigma com os interesses dos Empregados/RH
91	12	Sistemas de comunicação
90	13	Programa de incentivos/bônus diferenciados
89	14	Monitoramento dos projetos e revisões
81	15	Integração do 6 Sigma com os resultados financeiros/contabilidade
55	16	<i>Clear performance metric</i>
54	17	Comprometimento de toda a empresa
48	18	Ambiente de confiança, ética, integridade e respeito às pessoas
42	19	<i>Frequent communication and assessment on LSS result</i>
39	20	<i>Vision and Plan Statement</i>
37	21	<i>Competency of MBB and BB</i>
36	22	<i>Company financial capability</i>
36	23	<i>Projects success stories and best practices sharing</i>
33	24	<i>Established LSS dashboard</i>
31	25	Escolha das pessoas para o 6 Sigma
23	26	<i>Organizational infrastructure</i>
22	27	<i>Quality information and analysis</i>
0	28	<i>Leadership for Six Sigma</i>
21	29	<i>Just in Time</i>
20	30	<i>Structured Improvement Procedure</i>
20	31	<i>Suport of team members</i>
20	32	Sistema de metas anuais e de desdobramento das mesmas
17	33	<i>Goal based approach</i>
17	34	<i>Organizational readiness</i>
15	35	<i>IT and Inovation</i>
14	36	Clima organizacional da empresa
13	37	<i>Structured deployment of tools</i>

ADENDO 1 (continuação)		
Ranking geral (pesos e ordem)		FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO
12	38	<i>Promotion path for GB and BB</i>
11	39	<i>Monitoring and evaluation of performance measurements</i>
11	40	<i>Sufficient time to solve problems</i>
11	41	Gerenciamento da rotina do dia-a-dia
9	42	<i>Full-time Six Sigma team</i>
9	43	Sistema de Benchmarking bem Implantado
7	44	<i>Recognized time effects in... (?)</i>
6	45	<i>Shared underst. of core business proc. and their critical charact.</i>
3	46	<i>Operational excellence dep. Visibility to execute LSS program</i>
2	47	<i>Top manag. Knowledge of the key processes</i>
2	48	<i>A good measurement assurance system</i>
1	49	<i>The way of project implementation</i>
1	50	<i>Investment in basic resouces</i>
1	51	<i>Paying attention to the long-and-short term goals</i>
1	52	<i>Knowledge management system</i>
1	53	<i>Use of Six Sigma tool</i>
1	54	<i>Investment in trainers and consultant</i>
1	55	<i>Choice of project champions</i>
1	56	<i>A creative problem-solving approach</i>
1	57	<i>Application of the right tool mix</i>
1	58	<i>Suport of team members</i>
1	59	<i>Supplier capability assessment and enhancement</i>
1	60	<i>Proper identification of CTQ special processes and characteristics</i>
1	61	<i>Identifying and developing appropriate metrics and deliverables</i>
1	62	<i>Quality of project leadership</i>
1	63	<i>Innovation management and design capability of the firm</i>
1	64	<i>Process mapping and re-engineering</i>
1	65	<i>Availability of infrastructure and resources</i>
1	66	<i>Motivating the workforce</i>
0	67	Iniciativas prévias de qualidade
0	68	Processo gerencial
0	69	Equipes de projetos
0	71	<i>Data analysis using available data</i>

ADENDO 2 - ESTATÍSTICA DOS CONSTRUTOS

Estatística do Construto Resultado	
N (quant. respostas)	102
Média	-,003
Desvio Padrão	,919
Teste alfa de Cronbach	,815

Estatística dos Construtos 1, 2 e 3 das Práticas de Gestão				
		REGR factor score 1 for analysis 1	REGR factor score 2 for analysis 1	REGR factor score 3 for analysis 1
N (quant. respostas)	Válidos	94	94	94
	Faltantes	9	9	9
Média		,014	,014	-,016
Desvio Padrão		,932	,841	,961
Teste alfa de Cronbach		,876	,731	,887

Estatística dos Construtos 1, 2 e 3 dos FCSs				
		REGR factor score 1 for analysis 3	REGR factor score 2 for analysis 3	REGR factor score 3 for analysis 3
N (quant. respostas)	Válidos	99	99	99
	Faltantes	5	5	5
Média		,014	-,042	-,002
Desvio Padrão		,908	,880	,889
Teste alfa de Cronbach		,880	,743	,780

ADENDO 3 - ESTATÍSTICA DAS QUESTÕES 1, 2, 3 E 4

ESTATÍSTICA DAS QUESTÕES 1, 2, 3 E 4 SOBRE OS RESULTADOS DO SEIS SIGMA			
	N	Média	Desvio Padrão
Estágio de implantação do 6 Sigma	103	3,74	1,228
Dê uma nota no PROCESSO/ METODOLOGIA de implantação do 6 Sigma	103	3,94	,861
Dê uma nota nos RESULTADOS do 6 Sigma	103	4,13	,904
A empresa continua com o programa de 6 Sigma até hoje	102	4,15	1,189
Respostas válidas	102		