

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA GERAÇÃO E SELEÇÃO DE
PROJETOS SEIS SIGMA**

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2018

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA GERAÇÃO E SELEÇÃO DE
PROJETOS SEIS SIGMA**

GIOVANNI CLÁUDIO PINTO CONDÉ

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURO LUIZ MARTENS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2018

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Marjory Harumi Barbosa Hito - CRB-8/9128.

C745p	Condé, Giovanni Cláudio Pinto Proposição de um método para geração e seleção de Projetos Seis Sigma / Giovanni Cláudio Pinto Condé. – 2018. 191 f. : il. ; 30 cm. Orientador: Prof. Dr. Mauro Luiz Martens. Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Engenharia de Produção, Santa Bárbara d'Oeste, 2018. Inclui Bibliografia. 1. Projetos Industriais. 2. Qualidade do Processo. 3. Administração da Produção. I. Martens, Mauro Luiz. II. Título. CDU – 658.5
-------	--

PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA GERAÇÃO E SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA

GIOVANNI CLÁUDIO PINTO CONDÉ

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 05 de fevereiro de 2018,
pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Mauro Luiz Martens
PPGEP – FEAU/UNIMEP

Presidente e Orientador

Prof. Dr. Aparecido dos Reis Coutinho
PPGEP – FEAU/UNIMEP

Membro interno

Prof^a Dr^a. Marly Monteiro de Carvalho
POLI-USP – PPGEP/SP

Membro externo

Dedico este trabalho aos meus falecidos pais, Sebastião Vecchi Condé e Doralice Pinto Condé, que fizeram tudo ao seu alcance para que eu me tornasse uma pessoa orientada a Deus e, conseqüentemente ao bem, ao trabalho e aos estudos.

Dedico também este trabalho à minha filha Laura Maria, dávida que recebi de Deus, a qual, espero nEle, que siga sempre o caminho de Deus, do bem, do trabalho e dos estudos.

AGRADECIMENTOS

O maior agradecimento a Deus, por proporcionar toda a combinação de condições para a realização deste projeto com sucesso.

Ao Prof. Dr. Mauro Luiz Martens, por ter acolhido o projeto, por realizar inúmeras contribuições fundamentais para a pesquisa (estrutura, conteúdo e forma), pelo incentivo e parceria na produção científica bem como pela destacada disponibilidade para orientação.

Aos Professores Dr. Aparecido dos Reis Coutinho, Dr^a. Marly Monteiro de Carvalho e Dr^a. Maria Rita Pontes Assumpção, por aceitarem participar das bancas de qualificação e defesa, contribuindo em pontos fundamentais para o amadurecimento desta pesquisa.

Ao corpo docente, colaboradores, colegas e comissão de bolsa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP).

A instituição de Ensino UNIMEP, por toda a disponibilidade de estrutura e infraestrutura.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio fornecido em forma de bolsa para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. MSc. David Nunes Zaneti de Souza, pelo incentivo a realizar este mestrado.

À Professora Fernanda das Dores Zaneti, pela revisão de português desta dissertação.

Ao Prof. MSc. Gilberto Strafacci Neto, pela contribuição para a definição da temática desta dissertação.

Aos amigos e familiares que zelam e torcem por mim.

CONDÉ, Giovanni. **PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA GERAÇÃO E SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA**. 2018. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

RESUMO

Os benefícios da abordagem seis sigma são reconhecidos desde a década de 1990 e a seleção de projetos seis sigma é apontada, por pesquisadores, como sendo um fator crítico de sucesso em sua implantação. Abordagens para seleção de projetos seis sigma têm sido propostas sem esgotar a pesquisa. Este estudo contribuiu nessa direção, tendo o objetivo de propor um método para seleção de projetos seis sigma. Os procedimentos metodológicos utilizados foram revisão da literatura e pesquisa-ação aplicada em empresa do setor metal mecânico, líder nacional em fornecimento de fixadores para a indústria de geração de energia eólica, localizada no interior do estado de São Paulo. Como resultado, foram identificadas lacunas relacionadas à geração de portfólio e a seleção de projetos seis sigma além de requisitos para as abordagens para seleção de projetos seis sigma. O método proposto contempla a geração de portfólio utilizando a voz do cliente, a voz do negócio e a voz do processo, e, além disso, atende aos requisitos das abordagens para seleção de projetos seis sigma e, ao fazer isso, pode auxiliar as equipes gerenciais encarregadas de liderar a iniciativa seis sigma. O método proposto incorpora avanços quando comparado às abordagens existentes e está alicerçado em proposições extraídas da literatura de seleção de projetos resgatando os princípios da iniciativa seis sigma tais como foco no cliente e nos processos-chave da organização.

PALAVRAS-CHAVE: seleção de projetos; geração de projetos; seis sigma; método; pesquisa-ação.

CONDÉ, Giovanni. **PROPOSITION OF A METHOD FOR SIX SIGMA PROJECT GENERATION AND SELECTION**, 2018. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

ABSTRACT

The benefits of the six sigma approach are recognized since the 1990s and six sigma project selection is pointed out by researchers as being a key success factor in its implementation. Six sigma project selection approaches have been proposed but it not exhaust the research. This study contributes in that direction, having aiming to propose a method for six sigma project selection. The methodological procedures used were literature review and action research applied in a company of the metal mechanic sector, national leader in supply of fasteners for a wind energy industry, located in the interior of the state of São Paulo. As a result, gaps related to six sigma project generation and selection and requirements for six sigma project approaches were identified. The proposed method contemplate portfolio generation using the voice of customer, the voice of business and the voice of process, and also meet requirements of six sigma project selection approaches and, in doing so, can assist management teams in charge of leading a six sigma initiative. The proposed method incorporates advances when compared to existing approaches and is based on propositions drawn from the project selection literature rescuing the principles of the six sigma initiative such as customer focus and key organizational processes.

KEYWORDS: *project selection; project generation; six sigma; method; action research.*

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XVII
LISTA DE FIGURAS	XIX
LISTA DE QUADROS	XXI
LISTA DE TABELAS.....	XXIII
1. INTRODUÇÃO:	1
1.1. QUESTÃO DA PESQUISA	4
1.2. OBJETIVO GERAL	4
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO	5
2. REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1. GERENCIAMENTO DE PROJETOS	7
2.1.1. PORTFÓLIO DE PROJETOS E ALINHAMENTO ESTRATÉGICO	8
2.1.2. SELEÇÃO DE PROJETOS	10
2.1.3. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DOS PROJETOS	13
2.2. SEIS SIGMA.....	14
2.3. SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA.....	18
2.3.1. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA	20
2.3.2. A PARTICIPAÇÃO DA ALTA DIREÇÃO.....	23
2.3.3. CLASSIFICAÇÃO DAS ABORDAGENS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA	25
2.3.4. TOMADA DE DECISÃO NO PROCESSO DE SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA.....	27
2.4. PRINCIPAIS ABORDAGENS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA E SEUS REQUISITOS	32
2.4.1. SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA COM APOIO DE <i>AHP</i> , <i>PDM</i> E <i>FORCED RANKING</i>	41
2.4.2. DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE INSATISFAÇÃO E INTEGRAÇÃO DO <i>VOC</i> E <i>VOB</i>	46
2.4.3. SPSS À PARTIR DE DADOS DE DESEMPENHO DO PROCESSO	48
2.4.4. ABORDAGENS PARA SPSS PUBLICADAS NO PERÍODO ENTRE 2015 E 2017	50
3. MÉTODO PROPOSTO PARA GERAÇÃO E SPSS.....	53
3.1. FUNDAMENTAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	56
3.2. DESCRIÇÃO DAS FASES E ETAPAS	57
3.2.1. ETAPA 1 - COMPOR E TREINAR EQUIPE PARA SPSS	59
3.2.2. ETAPA 2 - OBTER E UTILIZAR AS MÉTRICAS CRÍTICAS PARA OS CLIENTES	61
3.2.3. ETAPA 3 - OBTER E UTILIZAR OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	63
3.2.4. ETAPA 4 - INTEGRAR AS INFORMAÇÕES	64
3.2.5. ETAPA 5 - OBTER E UTILIZAR OS DADOS DOS PROCESSOS-CHAVE	65
3.2.6. ETAPA 6 - DIVIDIR OS PROJETOS GRANDES E COMPLEXOS	66
3.2.7. ETAPA 7 - DETERMINAR AS VARIÁVEIS DE ESFORÇO E VARIÁVEIS DE IMPACTO	68
3.2.8. ETAPA 8 - DETERMINAR PESO DE CADA VARIÁVEL UTILIZANDO <i>AHP</i> E <i>PDM</i>	69
3.2.9. ETAPA 9 - DETERMINAR O VALOR DOS PROJETOS UTILIZANDO <i>FORCED RANKING</i>	69
3.2.10. ETAPA 10 - APROVAR PARA EXECUÇÃO	72
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	73
4.1. FASE 1 - FORMAÇÃO DA AMOSTRA PRELIMINAR DE ARTIGOS	76
4.2. FASE 2 - CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE MAPAS BIBLIOMÉTRICOS	78

4.3.	FASE 3 - EXPANSÃO DA AMOSTRA E PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES	79
4.4.	FASE 4 - DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PRELIMINAR	80
4.5.	FASE 5 - PESQUISA-AÇÃO	82
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	91
5.1.	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA-AÇÃO	91
5.1.1.	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE.....	91
5.1.2.	PASSO PRELIMINAR.....	94
5.1.3.	COMPOR EQUIPE: PEQUENO CICLO 1	99
5.1.4.	TREINAR EQUIPE: PEQUENO CICLO 2	104
5.1.5.	OBTER E UTILIZAR AS MÉTRICAS CRÍTICAS PARA OS CLIENTES: PEQUENO CICLO 3.....	109
5.1.6.	OBTER E UTILIZAR OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS: PEQUENO CICLO 4	113
5.1.7.	INTEGRAR AS INFORMAÇÕES: PEQUENO CICLO 5	116
5.1.8.	OBTER E UTILIZAR OS DADOS DOS PROCESSOS-CHAVE: PEQUENO CICLO 6.....	119
5.1.9.	DIVIDIR OS PROJETOS GRANDES E COMPLEXOS: PEQUENO CICLO 7.....	124
5.1.10.	DETERMINAR VARIÁVEIS DE ESFORÇO E DE IMPACTO: PEQUENO CICLO 8.....	126
5.1.11.	DETERMINAR PESOS DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO E IMPACTO: PEQUENO CICLO 9	128
5.1.12.	DETERMINAR O VALOR DOS PROJETOS: PEQUENO CICLO 10	138
5.1.13.	APROVAR PARA EXECUÇÃO: PEQUENO CICLO 11	140
5.1.14.	SÍNTESE DA PESQUISA-AÇÃO	143
5.2.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	152
6.	CONCLUSÃO	165
6.1.	TRABALHOS FUTUROS	167
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
	APÊNDICES	187
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO CUSTOMIZADO PARA INVESTIGAÇÃO DAS OPERAÇÕES.....	187
	APÊNDICE B - ROTEIRO PARA COMPARAÇÃO EM PARES.....	188
	APÊNDICE C - PLANO DE AÇÃO DO PESQUISADOR	190
	APÊNDICE D - PLANO DE AÇÃO DA EMPRESA	192

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – Analytic Hierarchy Process

AIJ – Aggregating Individual Judgments

AIP - Aggregating Individual Priorities

ANFIS – Adaptive Neuro Fuzzy Inference

ANP – Analytic Network Process

BSC – Balanced Scorecard

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEO – Chief Executive Officer

CI – Consistency Index

CNC – Computer Numeric Control

CR – Consistency Rate

CTQ – Critical to Quality

DEA – Data Envelopment Analysis

DEMATEL – Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve, Control

FAHP – Fuzzy AHP

FGP – Fuzzy Goal Programming

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

GSM_SSP – Generation and Selection Method for Six Sigma Projects

GPP – Gerenciamento de Portfólio de Projetos

ISI - Institute for Scientific Information

ISO – International Organization for Standardization

ISO/TS - International Organization for Standardization/Technical Specification

JCR – Journals Citation Reports

KPI – Key Performance Indicator

MADM – Multi Attribute Decision Making

MCDM – Multi Criteria Decision Making

PC – Pequeno ciclo

PDM - Project Desirability Matri

PMI – Project Management Institute

PPGEP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

PPI – Pareto Priority Index

PPM – Parts per million

PR – Priority Rate

P&D – Projeto e Desenvolvimento

RI – Random Índice

SPSS – Seleção de Projetos Seis Sigma

TOPSIS - Technique for Order of Preference of by Similarity to Ideal Solution

VOC – Voice of Customer

VOB – Voice of Business

VOP – Voice of Process

VSM – Value Stream Mapping

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – COMPONENTES DA SOBREVIVÊNCIA	8
FIGURA 2 – MODELO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS	11
FIGURA 3 – MODELO NORMATIVO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA LIGAÇÃO DA ESTRATÉGIA COM MELHORIA DE PROCESSO	19
FIGURA 4 – EXEMPLO DE HIERARQUIA DE CRITÉRIOS/OBJETIVO	29
FIGURA 5 – INCIDÊNCIA DE REQUISITOS PARA ABORDAGENS DE SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA NAS PUBLICAÇÕES ANALISADAS NESTA PESQUISA	39
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA PARA SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA	42
FIGURA 7 – METODOLOGIA PARA CRIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS	47
FIGURA 8 – MÉTODO PRELIMINAR_ <i>GSM_SSP</i>	54
FIGURA 9 – POSICIONAMENTO ORIGINAL DO MÉTODO PROPOSTO PERANTE A EXECUÇÃO DOS PROJETOS SEIS SIGMA	56
FIGURA 10 – FLUXO DA REVISÃO DA LITERATURA	75
FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO DOS PEQUENOS CICLOS DA PESQUISA-AÇÃO	85
FIGURA 12 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PRISIONEIROS.....	100
FIGURA 13 – EXEMPLO DO RESULTADO DA COMPARAÇÃO EM PARES	131
FIGURA 14 – <i>GENERATION AND SELECTION METHOD FOR SIX SIGMA PROJECTS</i> (<i>GSM_SSP</i>) FINAL	155

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DEFINIÇÕES DE SEIS SIGMA	15
QUADRO 2 – FASES DO <i>DMAIC</i> (<i>DEFINE, MEASURE, ANALYSE, IMPROVE, CONTROL</i>).16	16
QUADRO 3 – PROPOSIÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVA ESTRATÉGIA DE GPP ...	21
QUADRO 4 – DIRETRIZES PARA CRITÉRIOS DE SPSS.....	22
QUADRO 5 – MOTIVOS PARA O ENVOLVIMENTO DA ALTA DIREÇÃO NA SPSS	24
QUADRO 6 – ABORDAGENS TRADICIONAIS PARA SPSS.....	25
QUADRO 7 – ABORDAGENS PARA SPSS NAS EMPRESAS DO REINO UNIDO.....	26
QUADRO 8 – MÉTODOS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS	26
QUADRO 9 – REVISÃO DA LITERATURA PARA SPSS.....	27
QUADRO 10 – ABORDAGENS PARA SPSS E CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO	34
QUADRO 11 – PRINCIPAIS ABORDAGENS PARA SPSS.....	36
QUADRO 12 – REQUISITOS PARA AS ABORDAGENS PARA SPSS	39
QUADRO 13 – ATENDIMENTO AOS REQUISITOS PELAS ABORDAGENS SELECIONADAS	40
QUADRO 14 – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	43
QUADRO 15 – PESOS DE PRIORIDADE PARA CRITÉRIOS DE ESFORÇO E IMPACTO	44
QUADRO 16 – MATRIZ DE RELACIONAMENTO CENTRAL	45
QUADRO 17 – DESDOBRAMENTO DE NECESSIDADES DO NEGÓCIO	49
QUADRO 18 – ABORDAGENS PARA SPSS - PERÍODO DE 2015 A 2017	51
QUADRO 19 – PRINCIPAIS REFERÊNCIAS PARA CADA FASE E ETAPA DO <i>GSM_SSP</i> ...	57
QUADRO 20 – ROTEIRO PARA COMPOR E TREINAR EQUIPE PARA SPSS	60
QUADRO 21 – FORMULÁRIO DE ATA DE REUNIÃO E TREINAMENTO – F-01	60
QUADRO 22 – ROTEIRO PARA OBTER E UTILIZAR AS MÉTRICAS CRÍTICAS PARA OS CLIENTES	62
QUADRO 23 – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DA SATISFAÇÃO DE PRINCIPAIS CLIENTES COM PRODUTOS E SERVIÇOS – F-02.....	62
QUADRO 24 – ROTEIRO PARA OBTER E UTILIZAR OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	63
QUADRO 25 – FORMULÁRIO PARA INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS – F-03.....	63
QUADRO 26 – ROTEIRO PARA INTEGRAR AS INFORMAÇÕES	64
QUADRO 27 – FORMULÁRIO PARA INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES – F-04	65
QUADRO 28 – ROTEIRO PARA OBTER E UTILIZAR DADOS DE PROCESSOS-CHAVE	66
QUADRO 29 – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DE DADOS DE PROCESSOS-CHAVE – F-05	66
QUADRO 30 – ROTEIRO PARA DIVIDIR OS PROJETOS GRANDES E COMPLEXOS.....	67
QUADRO 31 – LISTA DE PROJETOS POTENCIAIS – F-06.....	67
QUADRO 32 – ROTEIRO PARA DETERMINAR VARIÁVEIS DE ESFORÇO E VARIÁVEIS DE IMPACTO	68
QUADRO 33 – FORMATO PARA REGISTRO DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO E DE IMPACTO – F-07	69
QUADRO 34 – ROTEIRO PARA DETERMINAR O PESO DAS VARIÁVEIS UTILIZANDO <i>AHP</i> .70	70
QUADRO 35 – FORMATO SUGERIDO PARA REGISTRO DO RESULTADO DA COMPARAÇÃO EM PARES – F-08	70
QUADRO 36 – ROTEIROS PARA DETERMINAR O VALOR DOS PROJETOS UTILIZANDO <i>FORCED RANKING</i>	71

QUADRO 37 – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DO RELACIONAMENTO CENTRAL PARA OS PROJETOS – F-09	71
QUADRO 38 – ROTEIRO PARA APROVAÇÃO DE PROJETOS PARA REALIZAÇÃO.....	72
QUADRO 39 – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DE PROJETOS APROVADOS PARA REALIZAÇÃO – F-10.....	72
QUADRO 40 – ESTRUTURA DA PESQUISA	74
QUADRO 41 – RESULTADO DAS BUSCAS	77
QUADRO 42 – AMOSTRA PRELIMINAR DE ARTIGOS	78
QUADRO 43 – PUBLICAÇÕES COM CONTRIBUIÇÕES PARA A PESQUISA DE SPSS POR PARTE DOS AUTORES TOMADOS COMO PRINCIPAIS	81
QUADRO 44 – CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA-AÇÃO.....	83
QUADRO 45 – FORMULÁRIO DO DIÁRIO DE PESQUISA – F-11	86
QUADRO 46 – FORMATO PARA PLANO DE AÇÃO – F-12	88
QUADRO 47 – FORMATO PARA QUADRO-RESUMO DA PESQUISA-AÇÃO – F-13	88
QUADRO 48 – DELINEAMENTO DA PESQUISA	89
QUADRO 49 – CRONOGRAMA DA PESQUISA-AÇÃO.....	96
QUADRO 50 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS CICLOS DA PESQUISA-AÇÃO	98
QUADRO 51 – RESULTADO DO TREINAMENTO.....	106
QUADRO 52 – DADOS DE SATISFAÇÃO DE CLIENTES – PRISIONEIROS PARA PÁS EÓLICAS	110
QUADRO 53 – DADOS DE SATISFAÇÃO DE CLIENTES – PRISIONEIROS PARA BASE DA TORRE.....	110
QUADRO 54 – DADOS DE POLÍTICAS, ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS.....	114
QUADRO 55 – NOVAS METAS	115
QUADRO 56 – RESULTADO DA INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES.....	117
QUADRO 57 – SÍNTESE DOS DADOS DOS PROCESSOS-CHAVE	120
QUADRO 58 – CANDIDATOS A PROJETOS	123
QUADRO 59 – MATRIZ PARA AVALIAÇÃO DE COMPLEXIDADE DOS CANDIDATOS A PROJETOS	125
QUADRO 60 – LISTA DOS CANDIDATOS A PROJETOS.....	126
QUADRO 61 – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO SUGERIDOS PELOS PARTICIPANTES	127
QUADRO 62 – VARIÁVEIS DE ESFORÇO E IMPACTO SELECIONADAS	128
QUADRO 63 – CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO COMO VARIÁVEIS DE IMPACTO OU ESFORÇO	129
QUADRO 64 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE ESFORÇO(1º CICLO)	130
QUADRO 65 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE ESFORÇO(2º CICLO)	132
QUADRO 66 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE IMPACTO (1º CICLO).	133
QUADRO 67 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE IMPACTO (2º CICLO).	134
QUADRO 68 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE IMPACTO (3º CICLO).	136
QUADRO 69 – MATRIZ PARA AVALIAÇÃO DE RECURSOS	142
QUADRO 70 – QUADRO-RESUMO DA PESQUISA-AÇÃO	145
QUADRO 71 – ROTEIRO COMPLETO AJUSTADO DE TODAS AS ETAPAS DO MÉTODO GSM_SSP	160

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ÍNDICES ALEATÓRIOS PARA <i>AHP</i>	31
TABELA 2 - ÍNDICES DE PRIORIZAÇÃO PARA CADA PROJETO	45
TABELA 3 - PESOS DE PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS	46
TABELA 4 - PESOS DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO (1º CICLO)	130
TABELA 5 - PESOS DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO (2º CICLO)	132
TABELA 6 - PESOS DAS VARIÁVEIS DE IMPACTO (1º CICLO)	133
TABELA 7 - PESOS DAS VARIÁVEIS DE IMPACTO (2º CICLO)	135
TABELA 8 - PESOS DAS VARIÁVEIS DE IMPACTO (3º CICLO)	136
TABELA 9 - AGREGAÇÃO DE JULGAMENTOS INDIVIDUAIS	138
TABELA 10 - MATRIZ DE RELACIONAMENTO CENTRAL.....	140
TABELA 11 - ÍNDICE DE PRIORIZAÇÃO PARA CADA PROJETO.....	141

1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 1990, uma das iniciativas mais eficientes para realizar a transformação de negócios é o seis sigma (PADHY, 2017). Conforme Büyüközkan e Öztürkcan (2010), empresas globais implementam a iniciativa seis sigma como meio de maximizar benefícios e vantagem competitiva. Kuvvetli *et al.* (2016) afirmam que a iniciativa seis sigma alcançou sucesso em vários países e setores, sendo que os resultados obtidos por várias empresas internacionais fizeram crescer o interesse de outras empresas.

Diversas pesquisas reforçam a importância da seleção de projetos para o sucesso da iniciativa seis sigma (BRUN, 2011; PADHI; SAHU, 2011; KRUEGER *et al.*, 2014; WANG *et al.*, 2014; KUVVETLI *et al.*, 2016; MARZAGÃO; CARVALHO, 2016). A seleção de projeto envolve avaliar projetos ou grupos de projetos e escolher um portfólio orientado às metas da organização (MEREDITH e MANTEL, 2011) e torna-se necessário devido à falta de capacidade física e financeira das empresas para executar todos eles (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; MEREDITH; MANTEL, 2011; MARRIOTT *et al.*, 2013).

Em resposta à importância da seleção de projetos e diante de cenário de crescente competição, abordagens para realizar a seleção de projetos seis sigma têm sido propostas (YANG; HSIEH, 2009; BÜYÜKÖZKAN; ÖZTÜRKCAN, 2010) com o intuito de contribuir para o sucesso da iniciativa seis sigma. A primeira geração de abordagens destinadas a realizar a seleção de projetos seis sigma, usualmente baseadas em diversos tipos de matrizes, predominou na literatura até meados da década de 2000.

Banuelas *et al.* (2006) estudaram a aplicação prática das abordagens para seleção de projetos seis sigma por meio de *survey* em 203 empresas europeias. Entre outros resultados, o único método de apoio à tomada de decisão identificado como sendo utilizado pelas empresas pesquisadas foi o *Analytic Hierarchy Process (AHP)* - processo de análise hierárquica.

No período de 2007 até 2017 passaram a predominar as abordagens caracterizadas pela presença de diferentes soluções para apoio à tomada de decisão incluindo a programação matemática, abordagens multiatributos (TKÁČ; LYÓCSA, 2010; BORAN *et al.*, 2011), entre outras. Enquanto alguns pesquisadores como, por exemplo, Su e Chou (2008) e Kumar *et al.* (2009) propõem a utilização do *AHP* (Saaty, 1980), outros, como Kahraman e Büyüközkan (2008) e Bilgen e Şen (2012), propõem a utilização da versão *fuzzy* do *AHP* (conhecida como *FAHP* ou como *fuzzy AHP*).

Outros pesquisadores aplicam a versão *fuzzy* de métodos tais como Delphi (YANG; HSIEH, 2009), ou de *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)* (SAGHAEI; DEDEHKHANI, 2011). Existem ainda aqueles que combinam duas abordagens para tomada de decisão, como é o caso Büyüközkan e Öztürkcan (2010), que combinam *Decision-Making Trial And Evaluation Laboratory (DEMATEL)* e *Analytic Network Process (ANP)*. Outros autores associam três abordagens, como é o caso do estudo de Wang *et al.* (2014), que combinam *DEMATEL*, *ANP* e método *Vikor*. Além disso, observa-se a utilização de *Goal Programming* em quatro abordagens (HU *et al.* 2008; KAHRAMAN; BÜYÜKÖZKAN, 2008; PADHY; SAHU, 2011; SAGHAEI; DIDEHKHANI, 2011).

No entanto, Su e Chou (2008) apontam que, na prática, gerar e priorizar projetos críticos seis sigma é um desafio real, enquanto que Kornfeld e Kara (2011) argumentam que o que é oferecido pela literatura aos negócios não resolve o problema. Além disso, na mesma linha de Kerzner (2006), Meredith e Mantel (2011) e Dutra *et al.* (2014) argumentam pelo uso de métodos e critérios que sejam facilmente entendidos pelos tomadores de decisão como meio para promover a sua utilização e para melhorar o processo decisório.

Para Adebajo *et al.* (2016) selecionar projetos é uma tarefa complexa que continua sendo um dos maiores desafios enfrentados pelas empresas. Ainda, para esses autores, a seleção pode incluir métodos, ferramentas e técnicas sofisticadas cujo uso prático é limitado. Nesta mesma linha, Kerzner (2006), Meredith e Mantel (2011) e Dutra *et al.* (2014) argumentam pelo uso de métodos

e critérios que sejam facilmente entendidos pelos tomadores de decisão como meios para promover a sua utilização e para melhorar o processo decisório.

Enquanto Su e Chou (2008) afirmam que existem poucas ferramentas poderosas para priorizar projetos seis sigma, Dutra *et al.* (2014) destacam a escassez de evidências de uso prático dos métodos existentes bem como a sua complexidade e sua dificuldade de entendimento pelos tomadores de decisão.

Além disso, tanto Su e Chou (2008) quanto Kornfeld e Kara (2011), apontam para a lacuna na geração de portfólios de projetos seis sigma. Bordley (1998), na área de projetos de Projeto e Desenvolvimento (P&D), argumenta no mesmo sentido, destacando a importância do processo de geração de projetos antes do processo de seleção de projetos. Nota-se, no entanto, que apenas uma minoria das abordagens desenvolvidas para seleção de projetos seis sigma inclui o processo de geração de projetos (SU; CHOU, 2008; KUMAR *et al.*, 2009).

Ainda neste contexto de demanda pela apresentação de novas abordagens, Kumar *et al.* (2009) sugerem que a revisão, planejamento e seleção dos projetos sejam embasadas em quatro vozes: voz do cliente, voz do negócio, voz do processo e voz das partes interessadas, apontando este caminho como sendo o meio para maximizar os benefícios da implementação da iniciativa seis sigma. No entanto, as abordagens para seleção de projetos existentes que contemplam a geração de projetos seis sigma são embasadas em, no máximo duas dentre essas quatro vozes (SAGHAEI; DIDEHKHANI, 2011; WANG *et al.*, 2014).

Assim, entende-se que essa pesquisa se justifica porque, conforme identificado na literatura, existe demanda pelo desenvolvimento de abordagens que atendam as lacunas acima apresentadas, identificadas por Su e Chou (2008), Kornfeld e Kara (2011), Kumar *et al.* (2009) e Dutra *et al.* (2014).

1.1. QUESTÃO DA PESQUISA

Diante do exposto a pesquisa foi norteada pela seguinte questão de pesquisa: Como deve ser estruturado um método para a geração e seleção de projetos seis sigma?

1.2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa foi propor um método para geração e seleção de projetos seis sigma.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como meio de atingir o objetivo geral foram definidos quatro objetivos específicos:

- Identificar na literatura os conceitos e as abordagens desenvolvidas para seleção de projetos seis sigma;
- Estabelecer um método preliminar para resolver o problema de geração e seleção de projetos seis sigma com base na literatura;
- Aplicar o método preliminar em um ambiente real e avaliar os resultados desta aplicação; e
- Descrever a aplicação do método proposto.

1.4. ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é formada por 5 capítulos, conforme a seguir:

Capítulo 1 – Introdução – insere o tema central da pesquisa, apresenta lacunas apontadas pela literatura que justificam o estudo, a relevância da pesquisa, objetivos e a estrutura do trabalho;

Capítulo 2 – Revisão da Literatura – apresenta o resultado da revisão da literatura relacionada ao tema da pesquisa: seleção de projetos seis sigma, incluindo a apresentação das principais abordagens existentes e dos requisitos para o seu desenvolvimento;

Capítulo 3 – Método proposto para geração e seleção de projetos seis sigma – apresenta o desenho, objetivos, características gerais e a descrição do método proposto;

Capítulo 4 – Procedimentos Metodológicos – apresenta a classificação da pesquisa e a estrutura da pesquisa, com a descrição dos métodos de pesquisa utilizados;

Capítulo 5 – Resultados – apresenta a pesquisa-ação e discute os resultados obtidos.

Capítulo 6 – Conclusão – apresenta as implicações para a teoria e prática e sugestões para pesquisa futura.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Para Winter *et al.* (2006), muitas organizações utilizam o gerenciamento de projetos para diversas finalidades, incluindo desenvolvimento de novos produtos, melhoria contínua, implementação de estratégia e transformação de negócios. Para Vidal *et al.* (2011) os projetos devem ser classificados com base em quatro critérios: tamanho, variedade, interdependências, e dependência de contexto.

De acordo com o *Project Management Institute (PMI)* “gerenciamento de projetos é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos [...] e inclui a abordagem das diferentes necessidades, preocupações e expectativas das partes interessadas” (PMI, 2013, p.5).

“Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo” (PMI, 2013, p.3). Segundo Thamhain (2014, p.17), “projetos são empreendimentos únicos com missão específica, produzindo entregáveis específicos dentro de limites determinados de tempo, recursos e qualidade”.

Segundo Thamhain (2014) o gerenciamento de projetos se tornou disciplina formal nos anos 50 após muita prática anterior e se tornou fator de sucesso nos negócios. Com o interesse no sucesso dos projetos, Anholon e Sano (2016) sugerem o estudo de algumas variáveis dos projetos (tamanho, complexidade e incerteza).

2.1.1. PORTFÓLIO DE PROJETOS E ALINHAMENTO ESTRATÉGICO

Ao final da década de 1950 surgiu o conceito de portfólio de negócio e na década de 1970 estabeleceu-se como instrumento para planejamento (ROUSEL; ERICKSON; 1991).

“Portfólio de projetos é um conjunto de projetos que compartilham e competem por recursos escassos e são conduzidos sob o patrocínio e gerenciamento de uma organização particular” (Archer e Ghasemzadeh, 1999, p.208).

Como parte da discussão quanto ao reconhecimento dos benefícios do gerenciamento de projetos para as organizações, Kerzner (2002) apresentou a sua visão em relação aos componentes que determinam a sobrevivência das organizações (Figura 1).

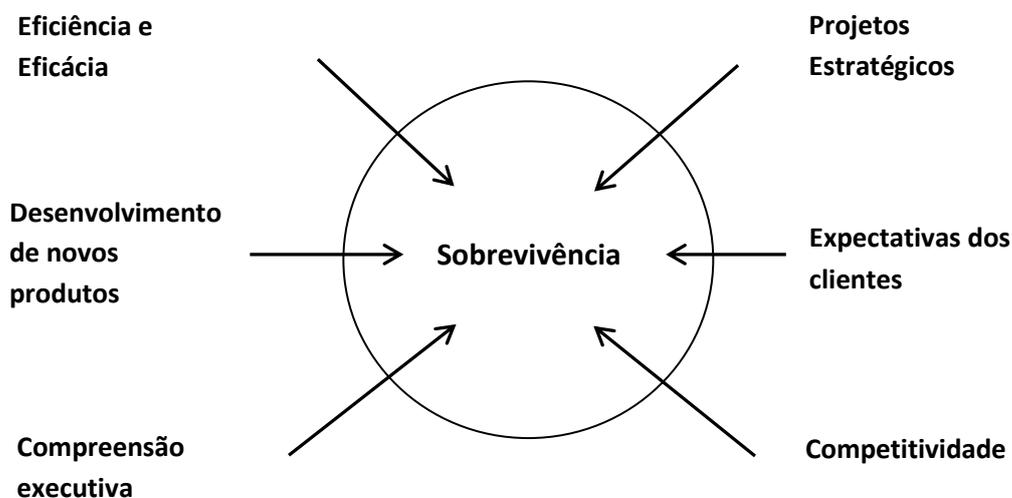


FIGURA 1 – COMPONENTES DA SOBREVIVÊNCIA. FONTE: KERZNER (2002, P. 70)

Nota-se que, entre os componentes apontados por Kerzner (2002), estão os projetos estratégicos.

Kerzner (2004) argumenta que a utilização de métodos sofisticados de priorização de projetos é menos importante que o alinhamento organizacional aliado à habilidade para coletar informações a partir de toda a empresa.

Para Srivannaboon (2006) a implementação da estratégia depende do Gerenciamento de Portfólio de Projetos (GPP) enquanto que, para Meskendahl (2010) o alinhamento de portfólio é dependente do funcionamento do processo de gestão estratégica.

Kaplan e Norton (2008) acrescentam que os planos para execução de estratégia são expressos em portfólios de projetos com a identificação de métricas que representam os objetivos e metas a serem alcançadas.

“O processo de alinhamento estratégico é definido como o exercício prático de um conjunto de atividades estruturadas com a finalidade de realizar o alinhamento estratégico” (PRIETO *et al.*, 2009, p. 2).

Nas décadas de 1980 e 1990 o conceito de portfólio passou a ser aplicado para alocar recursos para P&D e para selecionar novos produtos (PADHY; SAHU, 2011) dando origem ao conceito de portfólio de projetos, que está ligado às estratégias organizacionais.

Portfólio de projetos também pode ser definido como “uma coleção composta por programas, projetos ou operações gerenciadas como um grupo para alcançar objetivos estratégicos” (Rose, 2013, p.5). “Os projetos são frequentemente utilizados como meio de direta ou indiretamente, alcançar os objetivos do plano estratégico de uma organização” (PMI, 2013, p.10).

Padovani *et al.* (2012) destacam a presença de muitas publicações que relatam uma série de problemas que resultam em desempenho pobre do portfólio de projetos. Na mesma linha, segundo Kornfeld e Kara (2013), na prática de seleção de projetos de melhoria contínua, em alguns casos, são utilizados métodos informais e subjetivos e não é feita nenhuma ligação entre estratégia e projetos e, em outros casos, a ligação existente é apenas implícita e pouco clara o que, segundo estes autores, reduz as chances de se obter os efeitos positivos dos projetos sobre os resultados do negócio.

Marzagão *et al.* (2014), afirmam que a seleção de projetos é um tema chave dentro da GPP. Esses mesmos autores identificaram 23 fatores críticos de

sucesso para o seis sigma e variáveis que haviam sido consideradas por mais de um autor, sendo a seleção de projetos uma dessas variáveis.

Para Kaiser *et al.* (2015), as atividades de coleta, avaliação, priorização e seleção de projetos devem considerar a disponibilidade de recursos e fazem parte do gerenciamento de portfólio de projetos, devendo abranger também aqueles projetos que estejam em andamento.

2.1.2. SELEÇÃO DE PROJETOS

Escolher projetos torna-se necessário devido à falta de capacidade física e financeira das empresas para executar todos eles (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; MEREDITH; MANTEL, 2011; MARRIOTT *et al.*, 2013). Para Meredith e Mantel (2011), a seleção de projeto envolve avaliar projetos ou grupos de projetos e escolher um portfólio orientado às metas da organização.

Para Archer e Ghasemzadeh (1999), a origem da importância do planejamento e análise de portfólio de projetos foi o aumento das pressões competitivas, o que tem forçado os tomadores de decisão a compreender as técnicas envolvidas na seleção. Para esses mesmos pesquisadores, os objetivos da organização, os projetos em andamento, os recursos disponíveis e demais restrições necessitam ser consideradas na seleção de portfólio de projetos, que é uma atividade recorrente em muitas organizações. Esses autores desenvolveram o primeiro modelo para o processo de seleção de portfólio de projetos (Figura 2).

Conforme seus autores, o modelo permite: a) selecionar portfólio utilizando-se diferentes critérios, conforme o interesse dos tomadores de decisão usando medidas quantitativas e qualitativas; e b) considerar as limitações de recursos e interdependências de projetos. Além disso, esse modelo possui três estágios: 1) considerações estratégicas; 2) avaliação individual dos projetos; e 3) seleção de portfólio. Uma das principais características deste modelo é a flexibilidade, já que os usuários: a) têm a liberdade para escolher as técnicas que considerem mais apropriadas para cada estágio e até mesmo omitir ou modificar estágios visando

simplificação e agilidade; e b) têm a opção de implementar o modelo na forma de um sistema de apoio à decisão.

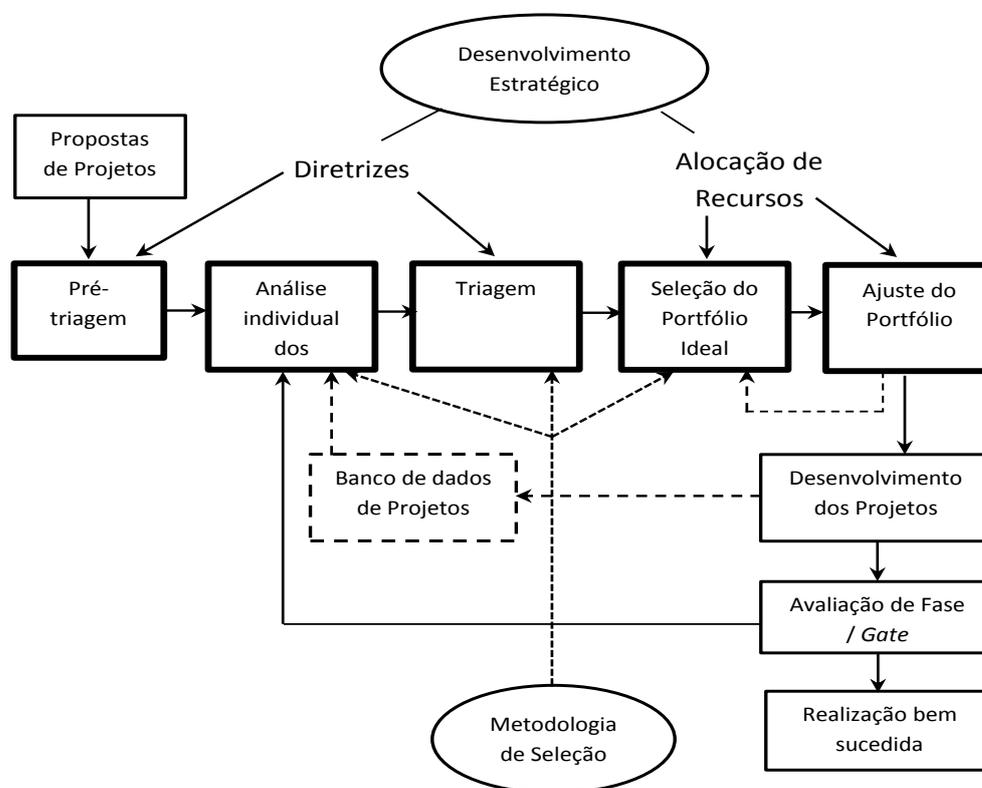


FIGURA 2 – MODELO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS. FONTE: ARCHER E GHASEMZADEH (1999, P.211)

Diversos trabalhos têm sido publicados abordando a seleção de projetos para P&D. Cooper *et al.* (1999) estudaram as práticas de gerenciamento de portfólio na seleção de novos produtos ou desenvolvimentos em 205 indústrias norte-americanas. Meade e Presley (2002) utilizaram a *Analytic Network Process (ANP)* como método de suporte para a seleção de projetos por meio de estudo de caso em uma pequena empresa de alta tecnologia. No mesmo ano, Loch e Kavadias (2002) propuseram um modelo dinâmico de alocação de recursos dentro da seleção de portfólio dentro de restrição de orçamento, considerando fatores de interação entre os projetos. Em seguida, Stummer e Heidenberger (2003) apresentaram uma abordagem que utiliza um modelo multiobjetivo de programação linear inteira para ajudar os gerentes de desenvolvimento na

obtenção do portfólio mais atrativo. Mohanty *et al.* (2005) apresentaram uma abordagem baseada em *fuzzy-ANP* para a seleção de projetos de P&D. Mais tarde, Wang e Hwang (2007) desenvolveram um modelo para seleção de portfólio de P&D que utiliza *fuzzy* como meio para lidar com a incerteza presente em P&D. Enquanto isso, Carlsson *et al.* (2007) desenvolveram uma metodologia para valorizar as opções de projetos de P&D considerando o fluxo de caixa futuro estimado por meio de números *fuzzy* trapezoidais. Huang *et al.* (2008) apresentaram um método que utiliza *fuzzy-AHP* para avaliar julgamentos feitos pelo comitê técnico do programa de desenvolvimento de tecnologia industrial de Taiwan. Bhattacharyya *et al.* (2011) apresentam uma abordagem baseada em programação multiobjetiva *fuzzy*.

A seleção de portfólio de investimentos também tem recebido a atenção dos pesquisadores. Steuer e Na (2003) realizaram um estudo bibliográfico da aplicação de técnicas de *Multi Attribute Decision Making (MCDM)* para decisão de investimento. Gupta *et al.* (2008) propuseram um modelo de otimização de portfólio de ativos utilizando *MCDM* por meio de programação matemática *fuzzy*. Por outro lado, o modelo proposto por Tsai *et al.* (2009) selecionaram investimentos socialmente responsáveis integrando *DEMATEL*, *AHP* e método *Zero One Goal Programming*. Mais tarde, Khalili-Damghani *et al.* (2013a) apresentaram uma abordagem de tomada de decisão em grupo utilizando método multicritério *fuzzy-Technique for Order of Preference of by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*. Por sua vez, Dutra *et al.* (2014) desenvolveram um modelo econômico-probabilístico para seleção e priorização de projetos cujas contribuições incluem um conjunto suficiente de critérios, o uso combinado de abordagem econômica e probabilística e o uso de linguagem financeira.

A seleção de projetos para gerenciamento estratégico foi focalizada por Lin e Hsieh (2004), que desenvolveram um modelo integrado que incorpora a teoria *fuzzy* e o aplicaram em um caso real. No mesmo foco de estudo, Carazo *et al.* (2010) apresentam um modelo de programação binária multiobjetiva para obter portfólios eficientes e alinhados com o conjunto de objetivos almejados pela

organização, assim como sua melhor programação, utilizando um procedimento meta-heurístico.

Por outro lado, a seleção de projetos de tecnologia da informação foi o alvo dos estudos de Asosheh *et al.* (2010) e de Ghapanchi *et al.* (2012). Enquanto Asosheh *et al.* (2010) desenvolveram uma abordagem que combina *Balanced Scorecard (BSC)* e *Data Envelopment Analysis (DEA)* e a ilustraram utilizando dados reais do ministério de ciência, pesquisa e tecnologia do Iran, Ghapanchi *et al.* (2012), por sua vez, desenvolveram um modelo baseado em análise de envoltória de dados (*DEA*) que considera tanto as incertezas nos projetos quanto as interações entre os projetos.

Outras áreas também têm sido foco do estudo de seleção de projetos. Por exemplo, Constantino *et al.* (2015) desenvolveram um modelo para seleção de projetos que utiliza rede neural artificial, *Artificial Neural Network (ANN)* baseado em fatores críticos de sucesso de projetos para realizar a seleção de projetos em Engenharia, Aquisição e Construção.

2.1.3. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DE PROJETOS

Uma das etapas comuns aos modelos desenvolvidos para seleção de portfólio de projetos é a que faz a avaliação individual dos projetos. Para Archer e Ghasemzadeh (1999, p. 209) é necessário medir a contribuição individual de cada projeto em relação a um ou mais objetivos estratégicos da empresa. Estes autores apontam como critérios mais utilizados o retorno econômico; análise de custo benefício, de risco e previsão de demanda de produtos e serviços. Os critérios para retorno econômico usuais são *NPV – Net Present Value*, *IRR - Internal Rate of Return*, *ROI – Return on Investment*, *RAI – Return on Average Investment*, *PBP – Pay Back Period*, e *EV – Expected Value*.

Por outro lado, segundo Padhy e Sahu (2011), existe uma série de desvantagens quanto à aplicação da teoria financeira tradicional para analisar as solicitações de alocação de capital para projetos. Estes mesmos autores alegam que a

abordagem dos fluxos de caixa descontados (*DCF – Discounted Cash Flow*) requer a certeza do fluxo de caixa, o que não ocorre no caso dos projetos seis sigma, nos quais estão presentes condições de incerteza, de modo que “as recompensas esperadas dos projetos podem flutuar devido a riscos relacionados ambos ao projeto e ao mercado” (Padhy e Sahu, 2011, p. 1092). Por isso estes autores argumentam que “é necessário encontrar maneiras para modelar e avaliar tais investimentos em face aos riscos relacionados” [...] “a literatura aponta na direção da análise de opções reais como abordagem competente para superar as desvantagens acima” (Padhy e Sahu, 2011, p.1092). Além disso, Padhy (2017) aponta que o progresso observado na medição de riscos em projetos seis sigma é pequeno.

Por sua vez, Padovani *et al.* (2008) apontaram quatro critérios de decisão universal para a seleção e priorização de projetos: complexidade, riscos, viabilidade técnica e desempenho do projeto e satisfação das partes interessadas. Ainda, para estes autores a complexidade abrange a disponibilidade de recursos humanos qualificados bem como de infraestrutura além de características do projeto tais como tamanho e tipo do projeto.

2.2. SEIS SIGMA

O termo seis sigma teve início a partir de terminologia associada com modelamento estatístico de processos de manufatura (Farsijani *et al.*, 2015).

Nesta pesquisa foi identificado um conjunto de definições de seis sigma (Quadro 1).

Pela diversidade de elementos que compõem tais definições, nota-se que, conforme Tjahjono *et al.* (2010), o seis sigma tem uma conceituação multifacetada.

QUADRO 1 - DEFINIÇÕES DE SEIS SIGMA. ELABORADO PELO AUTOR

Definição	Fontes
Um problema agendado para solução com indicadores que podem servir para selecionar os objetivos e metas do projeto e para monitorar o seu progresso.	Snee, 2001
Em termos de negócio, é uma estratégia utilizada para melhorar a rentabilidade do negócio por meio da eliminação de desperdícios, redução de custos a partir do gerenciamento da má qualidade, e melhoria da eficiência e eficácia de todas as operações para exceder os requisitos e expectativas dos clientes.	Coronado e Antony, 2002
Uma abordagem bem estabelecida que busca identificar e eliminar defeitos, erros ou falhas em processos ou sistemas do negócio focalizando naquelas características de desempenho dos processos com importância crítica para os clientes.	Snee, 2004
Um conjunto de ferramentas estatísticas para melhoria de processo.	Goh e Xie, 2004
Uma estratégia, que inclui <i>TQM - Total Quality Management</i> , foco no cliente, ferramentas adicionais de análise de dados, resultados financeiros e gerenciamento de projetos, para satisfazer necessidades dos clientes.	Kwak e Anbari, 2006
Uma filosofia operacional de gerenciamento que é benéfica a clientes, acionistas, empregados, etc.	Chakrabarty e Tan 2007
Uma metodologia de análise que utiliza métodos científicos.	Kumar <i>et al.</i> , 2008
Uma cultura de negócio, uma estrutura organizada que utiliza especialistas em melhoria de processo visando alcançar objetivos estratégicos.	Schroeder <i>et al.</i> , 2008

Segundo Antony e Coronado (2001), a redução da variabilidade nos processos e produtos é o ponto central do seis sigma, “uma vez que variações do processo resultam em altas perdas de qualidade” (KUMAR *et al.*, 2008, p. 458).

Conforme Linderman *et al.* (2003), espera-se que 99.9999998 dos itens manufaturados por um processo seis sigma sejam livres de defeitos. Conforme Kumar *et al.* (2008), a qualidade do processo é medida pelo nível sigma, que está inversamente associada ao grau de incidência de defeitos de modo que quanto maior a incidência de defeitos menor é o nível sigma. Kumar *et al.* (2008), apontam que a medição do nível sigma do processo antes das melhorias é benéfica uma vez que esta prática concorre para a definição de metas realistas para a capacidade do processo.

Estudos enfatizam que a implementação da iniciativa seis sigma ocorre por meio da aplicação de projetos. Para Adams *et al.* (2003), é por meio de projetos seis sigma que a variação do processo é medida e sofre redução. Para Kwak e Anbari

(2006), o seis sigma inclui, entre outras coisas, o gerenciamento de projetos. Para Zu *et al.* (2008), é o procedimento estruturado de melhoria por meio de projetos que diferencia o Seis Sigma das demais iniciativas de Qualidade. “O seis sigma é uma abordagem orientada por projetos pela qual a organização pode alcançar o objetivo estratégico por meio da realização efetiva de projetos” (Su e Chou, 2008, p. 2696). Para Kumar *et al.* (2009), a promoção das mudanças é realizada em função de projetos. Para Tkáč e Lyócsa (2010), é por meio de projetos que os processos do negócio são melhorados e reinventados.

Conforme Su *et al.* (2005), o método seis sigma utiliza uma abordagem disciplinada. Segundo estes mesmos autores as características originais da abordagem seis sigma são: 1) Sequências e ligações de ferramentas de melhoria dentro de uma abordagem global, conhecida por *DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)*; 2) integração do elemento humano e processo para melhoria, utilizando uma organização baseada em *Champions, Black Belts e Green Belts*; 3) atenção para os resultados e sustentação dos ganhos ao longo do tempo. Conforme Swink e Jacobs (2012), a hierarquia *Belt* é formada por cinco níveis principais: *Yellow Belt, Green Belt, Black Belt, Master Black Belt e Champions*. A abordagem *DMAIC* é o procedimento mais aplicado para a implementação de seis sigma e, segundo Chua e De Feo (2005), inclui cinco fases conforme sumarizado no Quadro 2.

QUADRO 2 - FASES DO DMAIC. FONTE: CHUA E DE FEO (2005).

Fase	Descrição
Definir	Nesta fase, após a identificação de projetos potenciais e seleção do melhor, por meio da construção de um time de decisão, a organização busca implementar os projetos selecionados.
Medir	Esta fase inclui as medições das capacidades atuais do processo e identifica os parâmetros mais importantes de produtos e serviços.
Analisar	Nesta fase a organização busca coletar e analisar informações passadas e presentes para identificar as relações e as razões dos defeitos e variações nas características do produto e do processo.
Melhorar	Nesta fase, baseado nos dados anteriores, é realizada a proposição de algumas soluções e remédios para superar os desperdícios. Além disso, deve-se provar a eficácia e a eficiência destas soluções e implementá-las.
Controlar	O time de decisão define alguns padrões e fornece retroalimentação para sustentar as melhorias.

A primeira adoção do seis sigma ocorreu em 1987 pela Motorola onde, em cinco anos, foi colocado o desafio de reduzir a incidência de defeitos, em dez vezes (KAHARAMAN; BÜYÜKÖZKAN, 2010). Na década de 1990, a Motorola aumentou em 5% suas vendas, obteve crescimento anual de 20% em seus lucros e conquistou uma poupança de mais de 10 bilhões de dólares (YANG; HSIEH, 2009).

Conforme Harry e Schroeder (2005), o engenheiro Bill Smith e outros deram início aos projetos de melhoria, nomeados como seis sigma para expressar o que se espera da variação do processo em relação aos limites de especificação. De acordo com Snee e Hoerl (2004), nesta ocasião, o processo de solução de problema era o *MAIC - measure, analyze, improve, control*. Mais tarde, visando proporcionar maior clareza em relação ao problema focalizado e ao objetivo macro correspondente, a General Electric adicionou a etapa *define*, criando assim o processo atualmente conhecido como *DMAIC*, iniciais para *define, measure, analyze, improve, control* (HOERL, MONTGOMERY; 2001), criou o *DFSS – define, measure, analyze, design* (CREVELING *et al.*, 2003).

Em 1991, o seis sigma foi aceito pela Allied Signal (SU; CHOU, 2008) e, em 1995, Jack Welch, publicou os ganhos financeiros e nos processos obtidos com a implementação do seis sigma na empresa General Electric (PFEIFER *et al.*, 2004). Desde o final da década de 1990 a literatura reporta os benefícios da implantação do seis sigma (HAHN *et al.*, 1998; DE FEO; BARNARD, 2003; KWAK; ANBARI, 2006). Para Snee (2004), as aplicações do seis sigma estão acontecendo em diversas áreas fora da manufatura incluindo, finanças, marketing e saúde, por exemplo. Conforme Kwak e Anbari (2006), o interesse no sucesso do seis sigma vem apresentando rápido e forte crescimento.

Entretanto a literatura também reporta falhas, como é o caso do estudo de Zimmerman e Weiss (2005), realizado junto a grandes empresas aeroespaciais, cujo resultado foi: 50% satisfeitas com resultados dos projetos seis sigma; 20% parcialmente satisfeitas e 30% insatisfeitas. Conforme Chakravorty (2009), existe uma crescente preocupação quanto às falhas do Seis Sigma, mesmo diante de grande popularidade e amplitude de adoção. De acordo com Kendall

e Rollins (2003), as falhas abrangem: uma grande quantidade de projetos ativos, a escolha dos projetos errados, a existência de projetos sem conexão com a estratégia.

“O seis sigma tem sido amplamente utilizado no setor de manufatura para reduzir custo dos produtos, melhorar a qualidade, encurtar prazos de entrega e aumentar satisfação dos clientes” (Wang *et al.*, 2014, p. 1). Segundo Kuvvetli *et al.* (2016), apesar da iniciativa seis sigma ter sido iniciada no setor de manufatura, existem aplicações bem-sucedidas em vários setores, sendo mais comum no setor de saúde, menos tolerante a erros. De acordo com estes autores, o seis sigma é aplicado também em outros ramos incluindo P&D, médico, nuclear e militar. Revisões mais completas da literatura sobre seis sigma podem ser obtidas a partir dos estudos de Schroeder *et al.* (2008) e de Vest e Gamm (2009).

2.3. SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA

As abordagens para seleção de projetos têm sido desenvolvidas para diferentes aplicações, incluindo, por exemplo, aquelas para P&D, para gerenciamento estratégico, para investimento, etc.

Conforme Padhy e Sahu (2011), a maior parte dos pesquisadores da implementação do seis sigma considera como um dos fatores de sucesso a seleção de projetos (BERTELS, 2003; ANBARI; KWAK, 2004; PARODY; VOELKEL, 2006; ANTONY *et al.*, 2007).

Padhy e Sahu (2011) distinguem duas decisões relacionadas à geração de portfólio de projetos seis sigma. A primeira é a decisão relacionada à classificação dos possíveis projetos, considerando exclusões com base em custo benefício. Estes autores argumentam que, com o amadurecimento dos programas seis sigma, as empresas ficam mais exigentes em relação ao critério custo benefício para seleção de projetos. Eles enfatizam a necessidade de

desenvolver a competência gerencial para identificar o conjunto de projetos seis sigma. A segunda decisão refere-se à identificação do portfólio ótimo de projetos seis sigma, considerando os múltiplos objetivos e a limitação de recursos.

Como parte do estudo das abordagens de seleção de portfólio de projetos de melhoria contínua, Kornfeld e Kara (2011) estabeleceram um modelo normativo para a implementação da ligação da estratégia com a melhoria de processo (Figura 3).

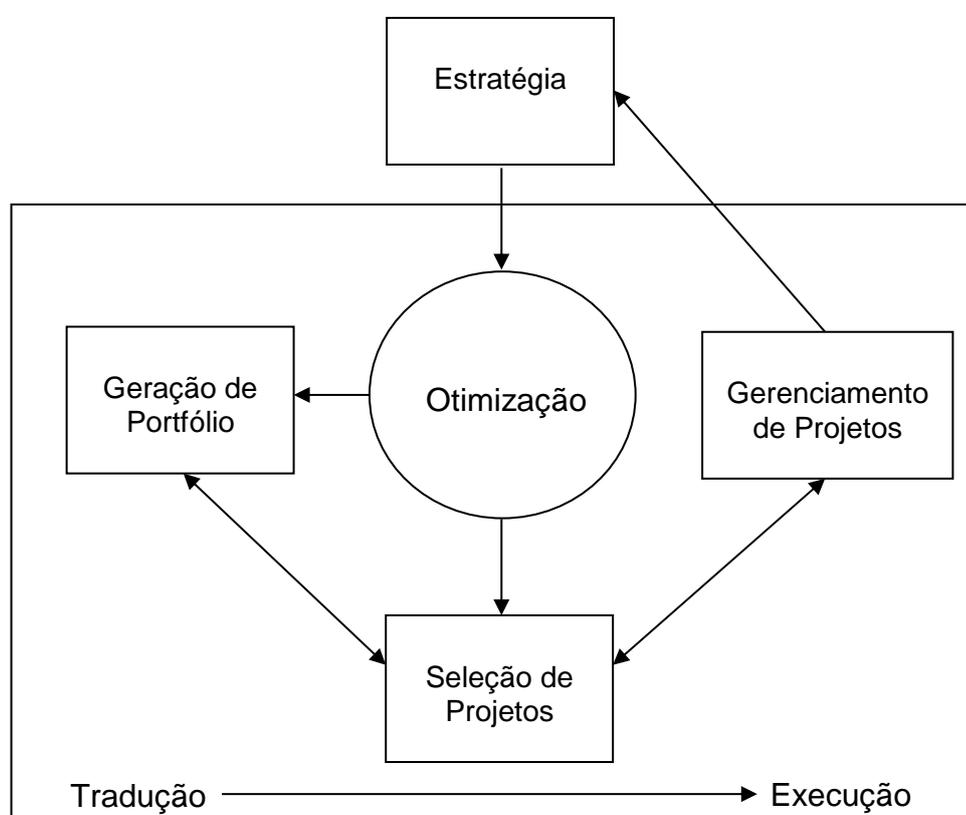


FIGURA 3 – MODELO NORMATIVO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA LIGAÇÃO DA ESTRATÉGIA COM A MELHORIA DE PROCESSO. FONTE: KORNFELD E KARA (2011)

Nota-se que o modelo proposto por Kornfeld e Kara (2011), se diferencia do modelo de Archer e Ghasemzadeh (1999), entre outros aspectos, por destacar a importância da atividade de geração de portfólio.

Além da importância dada à geração de portfólio de projetos como atividade relevante em seu modelo, Kornfeld e Kara (2011) também apontaram a geração

de portfólio como sendo uma lacuna para pesquisa futura.

Conforme Snee e Rodenbaugh (2002), a identificação (ou criação, ou geração) de projetos potenciais, pode ser realizada por meio de coleta de informações sobre a satisfação de clientes, fornecedores, empregados e de projetos anteriores. A análise de concorrentes (TRUSCOTT; TRUSCOTT, 2003) e identificação de desperdícios (HIRANO, 2016) são também fontes para a geração de projetos potenciais.

Segundo Kumar *et al.* (2009), no início da implementação, a seleção de projetos grandes e complexos pode concorrer para a falha do projeto devido a atraso e abandono. Estes autores recomendam que os primeiros projetos selecionados no início da implementação da iniciativa seis sigma tenham as seguintes características: a) possibilidade de serem finalizados em cerca de 3 a 4 meses; e, b) possibilidade de mensurar o impacto no resultado. Nesta mesma linha, Azar e Faradi (2008) e Farsijani *et al.* (2015) propõem a divisão dos projetos maiores do ponto de vista de demanda por recursos (tempo e esforço) e que sejam conduzidos de modo independente, um após o outro, ou simultaneamente.

Reforçando a importância da redução da complexidade, o estudo dos fatores críticos de sucesso para programas e projetos seis sigma realizado por Marzagão e Carvalho (2016) confirmou que quando o tipo de projeto é menos complexo a sua performance é melhorada.

2.3.1. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA

Segundo Saghaei e Didekhani (2011, p. 722), “a identificação dos critérios do procedimento de seleção é a parte mais importante e desafiadora de qualquer processo de seleção”.

Dutra *et al.* (2014) ressaltam a complexidade do processo de seleção e priorização de projetos em consequência de ser um problema de decisão estratégica. Estes autores também apontam a presença de incertezas decorrentes da incompletude das informações disponíveis. Além disso, na mesma linha de Kerzner (2006), Meredith e Mantel (2011), Dutra *et al.* (2014)

argumentam pelo uso de métodos e critérios que sejam facilmente entendidos pelos tomadores de decisão como meios para promover a sua utilização e para melhorar o processo decisório.

Kaiser *et al.* (2015) desenvolveram um conjunto de proposições para a implementação de uma nova estratégia de GPP incluindo cinco proposições que estão relacionadas à presente pesquisa (Quadro 3).

*QUADRO 3 - PROPOSIÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVA ESTRATÉGIA DE GPP.
FONTE: KAISER ET AL. (2015)*

1	Os critérios e métricas de seleção de projetos derivam dos objetivos estratégicos da organização.
2	A complexidade dos critérios e métricas de seleção de projetos são dependentes dos objetivos estratégicos da organização.
3	Cada critério de seleção de projetos cria requisitos para coleta de informações específicas internas e externas a respeito de cada projeto possível ou em andamento e seus contextos.
4	Um aumento na complexidade dos critérios de seleção de projetos leva a um aumento nos requisitos de informação.
5	O alinhamento organizacional envolve estabelecer processos, sistemas e unidades organizacionais para criar, processar e entregar as informações requeridas pelos critérios de seleção dos projetos.

Nota-se que Kaiser *et al.* (2015) apontam a ligação dos critérios com os objetivos estratégicos, destacam aspectos que afetam a complexidade dos critérios e métricas de seleção de projetos e seus impactos nos requisitos de informação, e, por fim, na estrutura organizacional.

As diretrizes para critérios para a seleção de projetos seis sigma (SPSS) identificadas nesta pesquisa são apresentadas no Quadro 4, em ordem cronológica.

Observa-se que, segundo Büyüközkan e Öztürkcan (2010), muitas dimensões têm sido apresentadas como critérios para seleção.

QUADRO 4 - DIRETRIZES PARA CRITÉRIOS DE SPSS. ELABORADO PELO AUTOR

Diretrizes	Fontes
Utilizar de cinco a oito critérios mais relevantes para a organização.	Pande, Neumann e Cavanagh, 2000
Utilizar critérios de impacto e esforço.	Pande <i>et al.</i> , 2000 e Pzydek, 2003
Focalizar atividades críticas para a qualidade e para desempenho financeiro.	Goldstein, 2001
Procurar o que é crítico para o mercado e quais são os processos críticos.	Carvalho, 2002
Priorizar projetos que forneçam benefícios financeiros máximos para a organização.	Coronado e Antony, 2002
Considerar a ligação dos projetos com as prioridades do negócio, maior importância para a organização, escopo razoável.	Snee e Rodenbaugh, 2002
Benefícios devem superar o custo e esforço requerido para fazer o projeto acontecer.	Brue, 2002
Considerar 4 dimensões do BSC: financeiro, cliente, processo de negócios internos e aprendizado e crescimento.	Breyfogle III, 2003
Considerar finanças, custo, riscos e alinhamento com objetivos e metas estratégicas.	Antony, 2004
Selecionar projetos alinhados com os objetivos e metas da organização.	Gijo e Rao, 2005
Reconhecer a voz do negócio, a voz do cliente e voz do processo para seleção de projetos.	George <i>et al.</i> , 2005
Survey com 205 organizações europeias indicou como critérios: satisfação do cliente, benefícios financeiros, compromisso da alta gerência e projetos integrados com a estratégia da empresa.	Banuelas <i>et al.</i> , 2006
Considerar que projetos podem diferir em termos de tamanho, duração, objetivos, incerteza, complexidade, ritmo, risco e outras dimensões.	Su e Chou, 2008
Considerar a ligação com a estratégia do negócio e o atendimento aos requisitos dos clientes.	
Considerar a disponibilidade de métricas realistas de fácil mensuração.	Kumar <i>et al.</i> , 2009
Estar baseada nos critérios que melhor combinem com os objetivos estratégicos da organização, necessidades atuais e capacidades.	
Projetos selecionados devem equilibrar benefícios financeiros projetados e satisfação de clientes externos.	Saghaei e Didekhani, 2011
Considerar a consistência com estratégia da empresa, a satisfação dos clientes, a capacidade para produzir lucro financeiro e melhoria do processo.	Boran <i>et al.</i> , 2011

Critérios são utilizados em diversas etapas do processo de SPSS. Pesquisadores argumentam que o uso de critérios racionais na priorização de projetos para reduzir a lista de projetos potenciais aumenta sua chance de sucesso (SHARMA; CHETIYA 2010; RAY *et al.*, 2013; KIRKHAM *et al.*, 2014).

Na abordagem de Bilgen e Şen (2012) os critérios são organizados em hierarquias, assim como também ocorre em outras abordagens tais como as

apresentadas por Buyüközkan e Öztürkcan (2010) e por Saghaei e Didehkhan (2011).

Saghaei e Didehkhan (2011), destacam que, na prática, os critérios são definidos com a participação da equipe gerencial que realiza as decisões, o que torna essencial a participação da alta direção no processo de geração e SPSS.

Dutra *et al.* (2014), destacam a falta de consenso em relação a qual o critério deve ser utilizado do que resulta que cada organização utiliza aqueles critérios que considera mais importantes. Além disso, esses autores apontam que a maioria dos métodos são flexíveis, permitindo a utilização de diferentes conjuntos de critérios. Na mesma linha, Kelly (2002) aponta que os critérios devem ser ajustados conforme as necessidades, habilidades e objetivos da organização.

2.3.2. A PARTICIPAÇÃO DA ALTA DIREÇÃO

Para Pande *et al.* (2002) a participação dos gerentes deve começar com a seleção dos projetos, que segundo estes autores, é frequentemente a parte mais importante e mais difícil da iniciativa seis sigma. Na mesma linha, Eckes (2002) afirma que os gerentes devem participar do estabelecimento dos critérios, do sistema de gerenciamento e da execução dos projetos.

A alta gerência necessita definir o objetivo da implementação seis sigma, assegurar que tais objetivos correspondam às prioridades da organização, e assegurar que estes objetivos ganhem o suporte operacional (BREMER *et al.*, 2006; RAY; DAS, 2009).

Enquanto para Su e Chou (2008) a organização seis sigma deve ser liderada pelo presidente executivo, *Chief Executive Officer (CEO)*, e contar com a infraestrutura formada por *Champion, Master Black Belt, Black Belts* e *Green Belts*, para Plecko *et al.* (2009), dar aos gerentes o poder de decisão para o início de projetos garante a seleção de projetos estrategicamente importantes.

Conforme Ray e Das (2010), a seleção usual de processos chave e multifuncionais e a necessidade de remoção das barreiras que surgem durante a implementação da iniciativa seis sigma tornam essencial o envolvimento da alta direção. Os motivos apontados por esses mesmos autores para que haja o envolvimento da alta direção na SPSS são apresentados no Quadro 5.

QUADRO 5 - MOTIVOS PARA O ENVOLVIMENTO DA ALTA DIREÇÃO NA SPSS. FONTE: RAY E DAS (2010)

1	O seis sigma precisa ser imperativo cultural, não um programa de melhoria incremental.
2	Despesas significativas de treinamento e desenvolvimento serão incorridas pelos próximos 3 a 5 anos do período de implementação e o seis sigma não pode ser implementado rapidamente sem qualquer despesa.
3	Cada organização é um lugar multifuncional e multiobjetivo e negócios e requisitos de clientes estão sempre mudando e, do mesmo modo, as prioridades (o que melhorar pode ser melhor respondido apenas pela alta direção da organização).
4	As metas estratégicas do negócio/cliente (o grande Y) são usualmente estabelecidas pela equipe da alta direção, originando submetas ou metas de processos críticos (pequenos y) a partir das metas estratégicas e originando objetivos dos projetos.

Observa-se que os motivos enumerados por Ray e Das (2010) estão relacionados à liderança do processo de mudança, a aprovação de investimentos e ao uso de informações estratégicas, elementos que fazem parte das funções da alta direção.

Por outro lado, a norma *International Organization for Standardization (ISO) 13053-1:2011* (ISO, 2011) sugere um conjunto ainda mais amplo de funções para a implementação dos seis sigma: a) comitê diretor de seis sigma; b) *Champion*; c) gerente de implementação; d) promotor de projeto (*Project Sponsor*); e) *Master Black Belt*; f) *Black Belt*; g) *Green Belt*; e h) *Yellow Belt*. A norma ISO 13053-1:2011 estabelece as descrições de funções e as competências requeridas para cada uma das funções indicadas.

2.3.3. CLASSIFICAÇÃO DAS ABORDAGENS PARA SPSS

Conforme Ghapanchi *et al.* (2013), as técnicas analíticas disponíveis variam da pontuação ponderada (mais simples) até o uso de programação matemática (mais complexa). No Quadro 6 são apresentadas algumas das abordagens tradicionais propostas pela literatura para a seleção de projetos.

QUADRO 6 – ABORDAGENS TRADICIONAIS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS. ELABORADO PELO AUTOR

Diretrizes, abordagens e respectivas aplicações	Fontes
O processo de seleção de projetos pode ser iniciado pela elaboração de uma matriz simples de expectativas dos clientes que focalize nas características críticas de desempenho do negócio, incluindo qualidade, custo, entrega e capacidade de resposta.	Antony e Fergusson (2004)
O BSC – abordagem de implantação de estratégia supre uma estrutura de causa e efeito geral para uma organização mapear a sua estratégia para atividades de melhoria.	Kaplan e Norton (1996) e Dabhilkar e Bengtsson (2004)
O Mapa Estratégico é uma abordagem de implantação de estratégia que supre uma estrutura de causa e efeito geral para uma organização mapear a sua estratégia para atividades de melhoria.	Kaplan e Norton (2004) e Kaplan e Norton (2008)
Pessoal familiarizado com falhas operacionais pode sugerir possíveis projetos enquanto os gerentes sêniores levantam assuntos estratégicos.	Heuvel <i>et al.</i> (2006)

Nota-se que não há qualquer referência à utilização de métodos de apoio à tomada de decisão em tais abordagens. Banuelas *et al.* (2006) estudaram a implementação de seis sigma em grandes empresas no Reino Unido e o sumário de suas descobertas é apresentado no Quadro 7, onde se nota que a AHP é o único método de apoio à tomada de decisões identificado como sendo utilizado na prática pelas empresas pesquisadas em tal estudo. O conjunto de métodos para priorizar projetos seis sigma, identificados pelo estudo desses mesmos autores consta no Quadro 8, onde se observam diferentes tipos de matrizes.

Estudos feitos por Tkáč e Lyócsa (2010) e Boran *et al.* (2011), estabelecem uma distinção entre dois diferentes conjuntos de abordagens. Para o primeiro conjunto de abordagens (tradicionais), estes autores apontam as seguintes características: a) na maioria dos casos, são baseadas em matrizes (*QFD - Quality Function Deployment*, matrizes de avaliação, classificação ou seleção; b)

presença de técnicas tais como análises de Pareto, estudos de *First Pass Yield (FPY)*, benchmarking, *Value Stream Mapping (VSM)*; b) utilização de dois ou poucos critérios. Por outro lado, o segundo conjunto de abordagens, as quais pertencem a maioria das abordagens desenvolvidas a partir de 2007 reúnem outras características: a) são mais complexas; b) requerem o uso de computador; c) permitem utilizar um maior número de critérios. Entretanto, a complexidade dessas abordagens tende a tornar o seu uso mais restrito.

QUADRO 7 – ABORDAGENS PARA SPSS NAS EMPRESAS DO REINO UNIDO. FONTE: BANUELAS ET AL. (2006)

Resultados	
1	A maior parte das organizações estudadas priorizavam os projetos seis sigma por meio da aplicação de métodos considerados por estes autores como não subjetivos.
2	Os métodos objetivos de uso mais frequente foram: a análise <i>CBA (Cost Benefit Analysis)</i> (HIRA; PARFFIT, 2004) e a análise de Pareto (PYZDEK, 2003).
3	Outros métodos identificados foram: matriz de seleção de projetos, pontuação não ponderada, modelos não numéricos, matriz de classificação de projetos, Índice de prioridade de Pareto, ou <i>Pareto Priority Index (PPI)</i> , e <i>AHP</i> .
4	Os principais métodos subjetivos utilizados foram: entrevistas, demanda do cliente, potencial de redução de custos, disponibilidade de recursos e classificação de benefícios.
5	Enquanto as empresas pequenas e médias utilizam primariamente métodos subjetivos para priorizar seus projetos de melhoria as grandes organizações usam principalmente uma combinação de metodologias objetivas e subjetivas ou apenas abordagens objetivas.

QUADRO 8 – MÉTODOS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS. FONTE: BANUELAS ET AL. (2006)

Autor	Métodos propostos para priorizar projetos seis sigma
Breyfogle <i>et al.</i> (2001)	Matriz de avaliação de projetos
Kelly (2002)	Matriz de seleção de projetos
Larson (2003)	Análise de Pareto
Adams <i>et al.</i> (2003)	Matriz de classificação de projetos
Pzydek (2000, 2003)	Índice de prioridade de Pareto, Processo de Análise Hierárquica (<i>AHP</i>)
	Desdobramento da Função Qualidade
	Teoria das restrições (<i>TOC – Theory of Constraints</i>)
De Feo e Barnard (2003)	Revisão de dados dos projetos potenciais versus critérios específicos para projetos

Exemplificando esta distinção, Boran *et al.* (2011), apresentam uma revisão da literatura para a SPSS, indicando um primeiro conjunto de abordagens denominado por eles como abordagens tradicionais, desenvolvidas até 2004, e um segundo conjunto, chamados por eles como abordagens complexas, desenvolvidas entre 2007 e 2009 (Quadro 9).

QUADRO 9 – REVISÃO DA LITERATURA PARA SPSS. FONTE: BORAN ET AL. (2011, P.137)

Referências	Métodos / Ferramentas
Abordagens / Ferramentas Tradicionais	
George e George (2002)	Análise esforço-benefício
Pzydek (2003)	Análise custo-benefício, método de classificação, análise de Pareto, Índice de Prioridade de Pareto, Teoria das restrições, método de critérios de consenso
Conklin (2003)	Diagrama <i>Box Plot</i> e Diagrama <i>Whiskers plot</i>
Voelkel e Chapman 2003)	Mapa de Cadeia de Valores (<i>VSM</i>)
Mader (2004)	Método de valor comercial esperado, valor líquido presente esperado
Modelos Matemáticos / Multi Attribute Decision Making (MADM)	
Kumar <i>et al.</i> (2007)	Análise por envoltória de dados, ou <i>DEA</i>
Kendrick e Saaty (2007)	<i>AHP</i>
Kumar <i>et al.</i> (2008)	Modelos matemáticos
Hu <i>et al.</i> (2008)	Modelo de programação inteira multiobjectivo
Su e Chou (2008)	Integração com <i>AHP</i> e <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>
Kahraman e Buyukozcan (2008)	Conjunto <i>fuzzy AHP</i> e <i>Fuzzy Goal Programming (FGP)</i>
Ren e Zhang (2008)	<i>Fuzzy synthetic evaluation</i>
Yang e Hsieh (2009)	<i>Delphi fuzzy, MCDM</i>
Kumar <i>et al.</i> (2009)	<i>AHP</i> e <i>Project Desirability Matrix (PDM)</i>

Nota-se que a diferença entre resultados das revisões de literatura de Banuelas *et al.* (2006) (Quadro 8), e de Boran *et al.* (2011) (Quadro 9), é a presença, no segundo caso, de abordagens denominadas complexas, abrangendo métodos multiobjetivos e modelos matemáticos como abordagens de apoio a tomada de decisão.

2.3.4. TOMADA DE DECISÃO NO PROCESSO DE SPSS

De acordo com Zhou *et al.* (2006), as abordagens de tomada de decisão podem ser agrupadas em três categorias principais: a) métodos de tomada de decisão de objetivo simples; b) os sistemas de suporte a decisão e c) métodos de tomada

de decisão multicritério (*MCDM*). A seleção de projetos é um tipo de problema que se enquadra na tomada de decisão multicritério (KORNFELD; KARA, 2011; BILGEN; ŞEN, 2012; WANG *et al.*, 2014). Saghaei e Didekhani (2011) afirmam que os modelos multicritério são os modelos básicos para a avaliação e classificação de projetos em todos os campos da indústria e negócios e citam como exemplo o *AHP* e *TOPSIS*. Existe uma corrente de pesquisadores (Kaharaman e Büyüközkan, 2008; Saghaei e Didekhani, 2011; Boran *et al.*, 2011; Bilgen e Şen, 2012) que aponta restrições quanto ao uso dos modelos *MCDM*, tais como o *AHP* e o *ANP*. Conforme Dutra *et al.* (2014) a literatura que relata o uso prático das abordagens é escassa.

Banuelas *et al.* (2006), conduziram investigação em 203 manufaturas europeias para conhecer como elas priorizavam suas iniciativas de melhoria. A única abordagem de apoio à tomada de decisão relatada pelas empresas estudadas por eles foi o *AHP*, a qual foi indicada por duas empresas de grande porte e uma empresa de médio ou pequeno porte, totalizando três dentre as 203 empresas.

O *AHP*, ou processo de análise hierárquica é um método de tomada de decisão multicritério (*MCDM*) desenvolvido por Saaty (1980). “O *AHP* é uma teoria de medição para lidar com critérios quantificáveis e/ou intangíveis que tem encontrado ricas aplicações na teoria da decisão, resolução de conflitos e em modelos mentais” (VARGAS, 1990, p.2), que também apresenta um sumário das aplicações do *AHP* incluindo problemas econômicos e/ou gerenciais entre os quais a seleção de portfólios. No âmbito da seleção de portfólios e de projetos seis sigma, enquanto alguns pesquisadores (KAHRAMAN; BÜYÜKÖZKAN, 2008; BILGEN; ŞEN, 2012) argumentam pela utilização da modalidade *fuzzy* do *AHP* (denominada *fuzzy AHP* ou *FAHP*), outros optam pela utilização da forma original do *AHP* (SAATY, 1980) para apoiar suas abordagens de SPSS (SU; CHOU, 2008; KUMAR *et al.*, 2009; HSIEH *et al.*, 2012).

Existem *softwares* comerciais capazes de simplificar a implementação do *AHP* por meio da automatização de uma parte de suas computações (AL-HARBI, 2001). Entre estes *softwares* estão: *MakeltRational*, *ExpertChoice*, *Decision Lens*, *Hipre 3+*, *RightChoice DSS*, *Criterium*, *EasyMind*, *Questfox*, *Choice*

Results, 123AHP, Decerns (ISHIZAKA; NEMERY, 2013). Além disso, estão disponíveis *softwares* gratuitos, como é caso, por exemplo, do *SuperDecisions*, bem como a alternativa de utilização de planilhas eletrônicas para a aplicação do *AHP* (GOEPEL, 2013). Ossadnik e Lange (1999) avaliaram a qualidade de três diferentes *softwares* que dão suporte à aplicação do *AHP* e criaram um método aplicável para avaliar *softwares* de *AHP*. Em tal estudo o *software Expert Choice* (EXPERT CHOICE, 1995; EXPERTCHOICE, 1998) foi apontado como o que melhor atende aos critérios utilizados.

O processo de execução do *AHP* abrange as seguintes etapas (ISHIZAKA; LABIB, 2009):

(i) modelagem do problema

Conforme Saaty (2008), a modelagem do problema para tomada de decisão inclui a definição de meta, critérios (e subcritérios) e alternativas. O primeiro passo consiste em decompor o problema em uma hierarquia de critérios que permita a realização da análise e da comparação das alternativas de um modo independente (VARGAS, 2010) conforme exemplo (Figura 4).

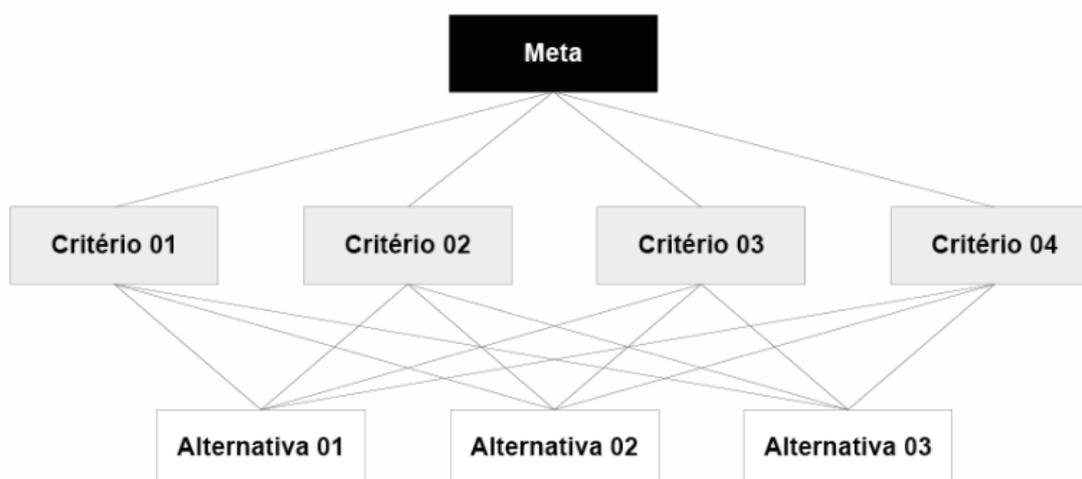


FIGURA 4 – EXEMPLO DE HIERARQUIA DE CRITÉRIOS/OBJETIVO. FONTE: VARGAS (2010, P. 4)

Uma meta é definida e, logo em seguida, é desdobrada em um conjunto de critérios, finalmente, as alternativas a serem consideradas no processo de tomada de decisão são vinculadas a cada um dos critérios previamente estabelecidos.

(ii) Comparação em pares

Para cada um dos nós da hierarquia definida na modelagem do problema, a matriz irá coletar a comparação em pares realizada pelo tomador de decisão. Assim, a opinião de cada respondente é colhida quanto a duas alternativas de cada vez e não simultaneamente para todas as alternativas.

(iii) escalas de julgamento

A avaliação dos pesos é caracterizada pela utilização de uma escala de razão (valor relativo ou quociente a/b). Um dos atributos importantes do *AHP* é a possibilidade de utilização tanto de avaliação quantitativa como qualitativa, sempre na mesma escala de preferência de nove níveis.

(iv) derivação de prioridades

Após o preenchimento das matrizes de comparação em pares, calculam-se as prioridades, o que, para o *AHP* tradicional é feito utilizando o método do *eigenvalue*.

(v) consistência

É necessário verificar a consistência dos julgamentos uma vez que não seria correto utilizar prioridades estabelecidas a partir de matrizes inconsistentes. Para isso utiliza-se o cálculo do índice de consistência, *Consistency Index (CI)* proposto por Saaty (1977), relacionado ao método do autovalor, conforme a equação:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Em que *CI* é o Índice de Consistência; λ_{\max} = autovalor máximo; n = número de dimensões da matriz. O *Consistency Rate (CR)* é obtido pela razão de *CI* e

Random Index (RI), é dada pela equação:

$$CR = CI/RI,$$

onde *RI* é um índice aleatório (o *CI* médio de matrizes aleatoriamente preenchidas). Caso o *CR* seja inferior a 10%, então a matriz pode ser considerada como tendo um valor aceitável de consistência. Moraes *et al.* (2001) argumentam pela aceitação de um *CR* maior que 10% conforme aplicado no estudo de Martens e Carvalho (2017).

A tabela 1 apresenta os índices aleatórios (*RI*) calculados por Saaty (1977) para diferentes dimensões (*n*) da matriz.

N	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

TABELA 1 – ÍNDICES ALEATÓRIOS PARA O AHP. FONTE: SAATY (1977)

(vi) agregação

Neste passo são agregados pesos a cada um dos critérios como meio para se determinar a prioridade global.

Para os casos em que mais de um indivíduo participa do processo de decisão, torna-se necessário agregar as informações dos diversos respondentes. Forman e Peniwati (1998) argumentam que dentre diversas maneiras para realizar a agregação, destaca-se dois métodos: a) *Aggregating Individual Judgments (AIJ)*, ou agregação de julgamentos individuais; e b) *Aggregating Individual Priorities (AIP)*, ou agregação de prioridades individuais. A escolha do método a ser aplicado varia de acordo com o comportamento do grupo: *AIJ* para atuação do grupo de forma coesa e *AIP* para o caso de indivíduos que atuem separadamente, conforme estudo ilustrativo descrito por Costa e Belderrain (2009).

Vargas (1990) apresenta quatro premissas para a aplicação do AHP: a) comparação recíproca – tomadores de decisão podem comparar e identificar a magnitude de suas preferências; b) existência de homogeneidade das

preferências; c) os critérios sejam independentes das propriedades das alternativas; e d) a hierarquia é assumida como sendo completa.

2.4. PRINCIPAIS ABORDAGENS PARA SPSS E SEUS REQUISITOS

Esta pesquisa identificou 35 publicações contendo abordagens para a seleção de projetos seis sigma no período de 2000 a 2017. A maioria das abordagens foi publicada em revistas sendo que 16 das 35 abordagens foram publicadas em revistas com JCR em 2016 (Quadro 10).

O Quadro 11 apresenta os dados gerais das 12 publicações selecionadas (as quais forneceram 14 abordagens), o panorama e as principais contribuições dos mesmos estudos.

Nota-se, a partir da análise das abordagens para SPSS, que:

- Existe uma diversidade de objetivos e contextos. Enquanto algumas visam apenas a seleção de um ou mais projetos por meio da classificação de um conjunto de projetos potenciais, outras visam a identificação de um portfólio ótimo;
- Existe uma diversidade de ferramentas de apoio a tomada de decisão, sendo que o *AHP* é uma das mais recorrentes, tendo sido utilizada em quatro abordagens (KAHRAMAN; BÜYÜKÖZKAN, 2008; SU; CHOU, 2008; KUMAR *et al.*, 2009; BILGEN; ŞEN, 2012);
- Existem abordagens para SPSS que utilizam uma combinação de duas ou mais ferramentas de apoio a tomada de decisão. Büyüközkan e Öztürkcan (2010) combinaram *DEMATEL* e *ANP*, enquanto Wang *et al.* (2014), combinaram *DEMATEL*, *ANP* e *Vikor*;

- Nota-se a presença de técnicas de *Goal Programming* em quatro abordagens (HU *et al.*, 2008; KAHRAMAN; BÜYÜKÖZKAN, 2008; PADHY; SAHU, 2011; SAGHAEI; DIDEHKHANI, 2011);

QUADRO 10 – ABORDAGENS PARA SPSS E CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO. ELABORADO PELO AUTOR

Publicações com abordagens para SPSS	Revista / Livro	Critérios de classificação			Número de Citações (google acadêmico)	Tempo decorrido desde a publicação (anos)
		JCR 2016	Qualis 2016	Taxa de citação anual		
1. Pzydec (2000)	(Livro)	NA	NA	1,7	31	18
2. Carvalho (2002)	(Capítulo de Livro)	NA	NA	2,1	34	16
3. Pzydec (2003)	(Livro)	NA	NA	8,5	128	15
4. Water e De Vries (2006)	<i>International Journal of Quality & Reliability Management</i>	s/c	B3	2,2	27	12
5. Kumar <i>et al.</i> (2007)	<i>The TQM Magazine</i>	s/c	s/c	8,6	95	11
6. Jung e Lim (2007)	<i>Project Management Quarterly</i>	s/c	s/c	1,6	18	11
7. Hu <i>et al.</i> (2008)	<i>International Journal of Production Research</i>	2.325	A2	12,3	123	10
8. Kahraman e Büyükoçkan (2008)	<i>Journal Multiple-Valued Logic & Soft Computing</i>	s/c	s/c	3,1	31	10
9. Su e Chou (2008)	<i>Expert Systems with Applications</i>	3.928	A1	15,2	152	10
10. Kumar <i>et al.</i> (2009)	<i>Project Management Journal</i>	2.714	A2	8,1	81	9
11. Yang e Hsieh (2009)	<i>Expert Systems with Applications</i>	3.928	A1	11,7	117	9
12. Perçin e Kahraman (2010)	<i>International Journal of Computational Intelligence Systems</i>	1.140	s/c	2,0	16	8
13. Tkáč e Lyócsa (2010)	<i>Quality and Reliability Engineering International</i>	1.366	B1	3,9	31	8
14. Ray e Das (2010)	<i>International Journal of Lean Six Sigma</i>	s/c	s/c	5,0	40	8
15. Büyükoçkan e Öztürkcan (2010)	<i>Expert Systems with Applications</i>	3.928	A1	14,9	119	8
16. Padhy e Sahu (2011)	<i>International Journal of Project Management</i>	4.034	A1	6,1	49	7
17. Saghaei e Didehkhani (2011)	<i>Expert Systems with Applications</i>	3.928	A1	5,2	42	7
18. Boran <i>et al.</i> (2011)	<i>International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage</i>	s/c	s/c	2,9	20	7
19. Duarte <i>et al.</i> (2012)	<i>International Journal of Lean Six Sigma</i>	s/c	B3	3,6	25	6

CONTINUA

20. Ahadian e Abadi (2012)	Management Science and Engineering	s/c	0,4	3	6
21. Hsieh et al. (2012)	Service Business	1.812	2,3	14	6
22. Shanmugaraja et al. (2012)	International Journal of Productivity and Quality Management	s/c	1,2	7	6
23. Bilgen e Şen (2012)	Production Planning & Control	2.369	8,2	49	6
24. Kornfeld e Kara (2013)	International Journal of Six Sigma	s/c	6,8	34	5
25. Wang et al. (2014)	Mathematical Problems in Engineering	0.802	3,8	19	4
26. Jafarian et al. (2014)	Scientia Iranica	0.405	0,4	2	4
27. Farsijani et al. (2015)	Decision Science Letters	s/c	1,3	4	3
28. Holmes et al. (2015)	Quality Assurance in Education	s/c	2,3	7	3
29. Rathi et al. (2015)	Management Science Letters	s/c	3,3	10	3
30. Ortíz et al. (2015)	BMC Medical Informatics and decision making	1.643	4,0	12	3
31. Yousefi e Hadi-Vencheh (2016)	Journal of Modelling in Management	s/c	2,7	8	2
32. Rathi et al. (2017)	International Journal of Management Science and Engineering Management	s/c	4,0	4	1
33. Testik et al. (2017)	Quality Management in Healthcare	s/c	1,0	1	1
34. Shaygan e Testik (2017)	Soft Computing	2.472	0	0	1
35. Kalashnikov et al. (2017)	International Journal of Production Economics	4.034	0	0	1

Nota (1). Os valores do Journals Citation Reports (JCR) foram colhidos na base Web of Science.

Nota (2). Qualis 2016 → Corresponde à avaliação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) 2013-2016;

Nota (3). Número de citações no site google acadêmico atualizado em 06-12-2017.

Nota (4). s/c → sem classificação; NA → não se aplica por ser livro ou capítulo de livro.

Nota (5). Taxa de citação anual → número de citações dividido pelo número de anos (2018 menos o ano de publicação).

Nota (6). Critérios para aprovação: atender a, pelo menos, um dos 2 critérios: a) publicação de extrato B1 ou superior; b) publicação com JCR e taxa de citação anual superior a 5.

Nota (7). Mesmo não atendendo aos 2 critérios, o estudo 8 (Kahraman e Büyükoçkan, 2008) foi aprovado considerando que Büyükoçkan é autor de outro estudo aprovado.

Nota (8). As publicações destacadas com negrito foram aprovadas; as publicações sublinhadas foram preteridas devido à taxa de citação inferior a 5; o sombreado indicam os estudos que não atendem aos 2 critérios, porém, por apresentarem taxa de citação anual mínima de 5, foram avaliados em seu conteúdo tendo sido o estudo 14 (Ray e Das, 2010) aprovado devido ao seu potencial de contribuição para a geração de candidatos projetos.

Nota (9). O estudo número 35 (Kalashnikov et al., 2017) somente foi localizado durante a aplicação do método proposto nesta dissertação.

QUADRO 11 – PRINCIPAIS ABORDAGENS PARA SPSS. ELABORADO PELO AUTOR

Ano	Autores	Panorama	Contribuições pertinentes	Revista	Ambiente de teste	País
2008	Hu <i>et al.</i>	Sistema de suporte a decisão utilizando <i>Goal Programming</i> para selecionar portfolio de projetos.	Formulação multiobjetivo com função benefício e pesos para os múltiplos objetivos podem ser determinados pela equipe da empresa.	<i>International Journal of Production Research</i>	Indústria de semicondutores	EUA
2008	Kahraman e Büyükoçkan	Modelo combinado fuzzy AHP, para ponderar a importância dos objetivos de seleção, e fuzzy Goal Programming para determinar as possíveis alternativas de projetos a fim de selecioná-los e priorizá-los.	Capacidade para lidar com as incertezas e imprecisões nas declarações dos objetivos.	<i>Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing</i>	Exemplo numérico	Turquia
2008	Su e Chou	Metodologia de geração e seleção de projetos utilizando FMEA para avaliação de riscos e AHP para avaliação de benefícios dos projetos.	Integração de informações de métricas críticas para os clientes com os objetivos do negócio.	<i>Expert Systems with Applications</i>	Indústria de semicondutores, líder mundial	Taiwan
2009	Kumar <i>et al.</i>	Metodologia híbrida utilizando combinação de AHP e PDM composta por duas matrizes (projeto-esforço e projeto-impacto).	Ferramenta classificação forçada (<i>Forced Ranking</i>) para determinar o valor dos projetos. Argumento de que o planejamento dos projetos precisa estar baseado na voz do cliente, das partes interessadas, do negócio e dos processos.	<i>Business Process Management Journal</i>	Fabricantes de produtos fundidos injetados	EUA
2009	Yang e Hsieh	Utiliza critérios do prêmio nacional da qualidade como estrutura de seleção e método multicritério Delphi fuzzy para avaliar os critérios de seleção.	Utilização de objetivos comerciais na metodologia.	<i>Expert Systems with Applications</i>	Indústria fabricante de displays de cristal líquido	Taiwan

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

2010	Tkáč e Lyócsa	Modelo baseado em Huchzermeyer-Loch (2001) para projetos de P&D, que utiliza técnicas de otimização matemática e teoria das opções reais	Possibilidade de tomar decisões baseadas no progresso dos projetos.	<i>Quality and Reliability Engineering Journal</i>	Exemplo numérico ilustrativo.	Eslóvaquia
2010	Ray e Das	Três diferentes metodologias (análise dos dados de desempenho, BSC e Survey) para diferentes situações, enfatizando a necessidade da participação da direção.	Desdobramento do assunto crítico do negócio até o <i>Critical to Quality (CTQ)</i> . Ilustra a necessidade de diferentes metodologias conforme a situação da organização.	<i>International Journal of Lean Six Sigma</i>	Exemplos numéricos ilustrativos.	Índia
2010	Büyükoçkan e Öztürkcan	Combinação de DEMATEL, para analisar o relacionamento de interdependência entre as estratégias e entre os fatores, e ANP para calcular os pesos dos critérios.	Revisão da literatura para as dimensões utilizadas na seleção dos projetos (3 estratégias, 4 fatores e 14 subfatores).	<i>Expert Systems with Applications</i>	Indústria logística, líder nacional (estudo de caso)	Turquia
2011	Padhy e Sahu	Combinação da análise de opções reais para avaliar o valor dos projetos e <i>zero-one Goal Programming</i> para a seleção e programação de portfólio de projetos ótimo baseado nos objetivos da organização em ambiente com recursos restritos.	Utilização de opção real como nova maneira para valorização de projetos seis sigma.	<i>International Journal of Project management</i>	Indústria petroquímica líder (estudo de caso)	Índia
2011	Saghaei e Didehkhani	Metodologia que calcula a utilidade geral dos projetos por meio de um sistema ANFIS seguido de modelo <i>fuzzy weighted Goal Programming</i> para obter o portfólio ótimo.	Oferta de conjunto de critérios de seleção para classificação pela equipe de gerentes. Apresentação das limitações dos modelos MCDM, tais como AHP, TOPSIS, etc.	<i>Expert Systems with Applications</i>	Uma das empresas líderes do país	Iran
2012	Bilgen e Şen	Modelo de seleção utilizando <i>fuzzy-AHP</i> .	Aplicação do projeto utilizando DMA/IC.	<i>Production Planning & Control</i>	Fabricação de ligas metálicas	Turquia
2014	Wang et al.	Modelo MCDM híbrido combinando Dematel-ANP e método Vikor para reduzir lacunas de cada critério e dimensão (6 dimensões, 17 critérios e 8 alternativas).	Possibilidade de propor estratégias e sugestões de melhoria informando qual dimensão apresenta a maior lacuna em relação ao nível de aspiração.	<i>Mathematical Problems in Engineering</i>	Um dos maiores fabricantes de embalagens do país	Taiwan

- Outros pesquisadores aplicaram a versão *fuzzy* de outras abordagens tais como Delphi *fuzzy* (YANG; HSIEH, 2009), *ANFIS* (SAGHAEI; DEDEHKHANI, 2011);
- Os estudos mais citados propondo abordagens para SPSS foram publicados no período entre 2008 e 2014;
- A indústria foi o ambiente de teste da maioria das principais abordagens;
- A predominância de países asiáticos como origem dos estudos;
- Uma parte dos estudos é apoiada meramente por exemplos numéricos, tais como, por exemplo, Kahraman e Büyüközkan (2008) e Tkáč e Lyócsa (2010). Por outro lado, existem publicações relatando duas aplicações práticas do método proposto por Büyüközkan e Öztürkcan (2010) sendo que a primeira aplicação foi realizada pelos próprios autores, em uma indústria logística e, a segunda foi feita por Barrios e Jiménez (2016), em um departamento de um hospital materno-infantil;
- Enquanto alguns pesquisadores como, por exemplo, Su e Chou (2008) e Kumar *et al.* (2009), optaram pela versão original do *AHP* (Saaty, 1980) outros, como Kahraman e Büyüközkan (2008) e Bilgen e Şen (2012), optaram pela sua versão *fuzzy* (*FAHP* ou *fuzzy AHP*).

O Quadro 12 apresenta os requisitos identificados para abordagens para SPSS.

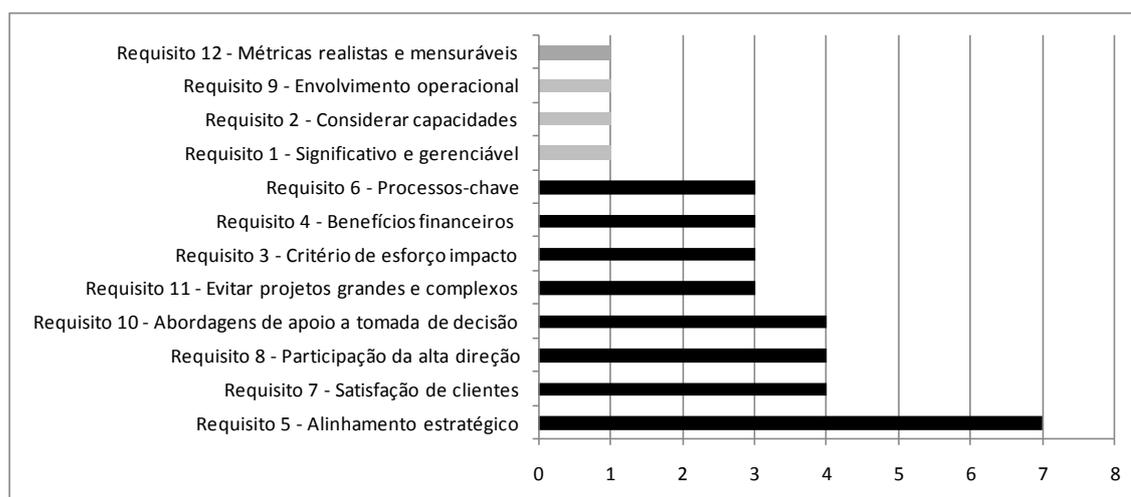
A Figura 5 apresenta a incidência de cada um dos 12 requisitos no conjunto de estudos identificados por esta pesquisa.

Nota-se que oito dos 12 requisitos foram identificados por mais de um estudo.

As 14 abordagens presentes nas 12 publicações selecionadas foram avaliadas quanto ao atendimento aos oito requisitos mais recorrentes (Quadro 13). O estudo de Ray e Das (2010) fornece três métodos enquanto as demais publicações fornecem uma única abordagem cada.

QUADRO 12 – REQUISITOS DAS ABORDAGENS PARA SPSS. ELABORADO PELO AUTOR

Requisitos	Fontes
1. Ser significativo e gerenciável	Pande <i>et al.</i> (2000)
2. Levar em consideração as capacidades existentes	Pande <i>et al.</i> (2000)
3. Utilizar critérios de impacto e esforço	Pande <i>et al.</i> (2000); Pzydec (2003); Kumar <i>et al.</i> (2009)
4. Priorizar projetos que forneçam benefícios financeiros	Goldstein (2001); Coronado e Antony (2002); Breyfogle III (2003)
5. Alinhamento estratégico dos projetos seis sigma	Snee e Rodebaugh (2002); Antony (2004); Gijo e Rao (2005); Su e Chou (2008); Kumar <i>et al.</i> (2009); Kornfeld e Kara (2011); Kornfeld e Kara (2013)
6. Focalizar processos chaves do negócio	Breyfogle III (2003); Ray e Das (2010); Boran <i>et al.</i> (2011)
7. Focalizar assuntos que impactam na satisfação dos clientes	Breyfogle III (2003); Harry e Schroeder (2005); Su e Chou (2008); Saghaei e Didekhani (2011);
8. Prever a participação da alta direção	Bremer <i>et al.</i> (2006); Su e Chou (2008); Ray e Das (2009); Ray e Das (2010)
9. Prever o envolvimento de pessoal operacional na geração dos projetos	Heuvel <i>et al.</i> (2006)
10. Utilizar método de priorização objetivo, por meio de critérios racionais (não subjetivo), isto é, abordagens de apoio à tomada de decisão	Yang e Hsieh (2009); Sharma e Chetiya (2010); Ray <i>et al.</i> (2013); Kirkham <i>et al.</i> (2014)
11. Não conduzir à seleção de projetos grandes e complexos	Kumar <i>et al.</i> (2009); Boran <i>et al.</i> (2011), Farsijani <i>et al.</i> (2015)
12. Basear-se em métricas realistas que sejam facilmente mensuráveis	Boran <i>et al.</i> (2011)



Nota (1). Oito requisitos mais recorrentes na cor preta.

Nota (2). Demais requisitos, identificados em apenas um estudo, na cor cinza, foram preteridos.

Nota (3). O número indicado no gráfico para cada requisito foi extraído do Quadro 12.

FIGURA 5 – INCIDÊNCIA DE REQUISITOS PARA ABORDAGENS DE SPSS NAS PUBLICAÇÕES ANALISADAS NESTA PESQUISA. ELABORADO PELO AUTOR.

QUADRO 13 – ATENDIMENTO AOS REQUISITOS PELAS ABORDAGENS SELECIONADAS.
ELABORADO PELO AUTOR

Abordagens Principais	Requisitos mais apontados pelos autores								Número de requisitos atendidos	Atende Lacuna de geração de portfólio
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1. Hu <i>et al.</i> (2008)									4	
2. Kahraman e Büyükoçkan (2008)									3	
3. Su e Chou (2008)									5	
4. Kumar <i>et al.</i> (2009)									3	
5. Yang e Hsieh (2009)									3	
6. Tkáč e Lyócsa (2010)									3	
7. Ray e Das (2010) - Método I									5	
8. Ray e Das (2010) - Método II									7	
9. Ray e Das (2010) - Método III									2	
10. Büyükoçkan e Öztürkcan (2010)									4	
11. Padhy e Sahu (2011)									3	
12. Saghaei e Didekhani (2011)									5	
13. Bilgen e Şen (2012)									3	
14. Wang <i>et al.</i> (2014)									5	
Número de abordagens que atendem a cada um dos oito requisitos	6	6	7	11	3	7	13	2		5

Nota (1). Legenda das colunas: 1 - Buscar alinhamento estratégico (voz do negócio); 2 – Focalizar assuntos que impactam a satisfação os clientes; 3 – Enfatizar a participação da alta direção; 4 – Utilizar abordagens de apoio à tomada de decisão ou método matemático; 5 – Evitar projetos grandes e complexos; 6 – Utilizar critérios de esforço e impacto; 7 – Considerar benefícios financeiros; 8 - Focalizar processos-chave do negócio.

Nota (2). Lacuna de geração: prevê geração de possíveis projetos como parte da abordagem, conforme proposto por Kornfeld e Kara (2011).

Nota (3). Para Ray e Das (2010), método I é por meio de análise de dados históricos; método II é por meio de Balanced Scorecard e o método III é por meio de *Survey*.

A partir da análise do atendimento aos 8 requisitos pelas 14 abordagens presentes nos 12 estudos selecionados, que:

- As 14 abordagens contidas nos 12 estudos selecionados atendem a um mínimo de dois e a um máximo de sete requisitos priorizados (conforme dados da coluna número de requisitos atendidos);
- A maioria das abordagens não contempla a lacuna referente à geração de projetos (KORNFELD; KARA, 2011) (última coluna da direita) com exceção das cinco abordagens propostas em três estudos (SU; CHOU, 2008; KUMAR *et al.*, 2009; RAY; DAS, 2010). Para os demais estudos, os pesquisadores não informaram como os projetos considerados foram gerados;

- Seis abordagens presentes em cinco estudos consideram a “voz do negócio” (*VOB = Voice of Business*) (coluna 1);
- Apenas seis abordagens em cinco estudos, levaram em conta a “voz do cliente” (coluna 2);
- Apenas duas abordagens, métodos I e II de Ray e Das (2010) levaram em conta a “voz do processo” (coluna 8);
- Apenas três abordagens: métodos I e II de Ray e Das (2010) e Su e Chou (2008) contemplam passos que contribuem para evitar projetos grandes ou complexos (coluna 5).

2.4.1. SPSS COM APOIO DE AHP, PDM E FORCED RANKING

Kumar *et al.* (2009) desenvolveram uma metodologia que combina o *AHP* e a *PDM*. A metodologia é composta pelos cinco passos indicados na Figura 6.

A metodologia de seleção de projetos desenvolvida por Kumar *et al.* (2009) é composta por cinco passos e prevê a utilização de duas técnicas: o *AHP* (Saaty, 1980) e a Classificação Forçada, ou *Forced Ranking (FR)* (Grote, 2005).

No primeiro passo são determinadas duas categorias de critérios de seleção com forte alinhamento estratégico (variáveis de esforço e variáveis de impacto), por meio de *brainstorming* com posterior seleção por meio de multi-votos.

No exemplo do estudo de Kumar *et al.* (2009), este passo resultou nos critérios apresentados no Quadro 14.

Nota-se que as variáveis estão agrupadas em duas categorias, as variáveis de esforço e as variáveis de impacto, conforme indicado no passo 1 do fluxograma.

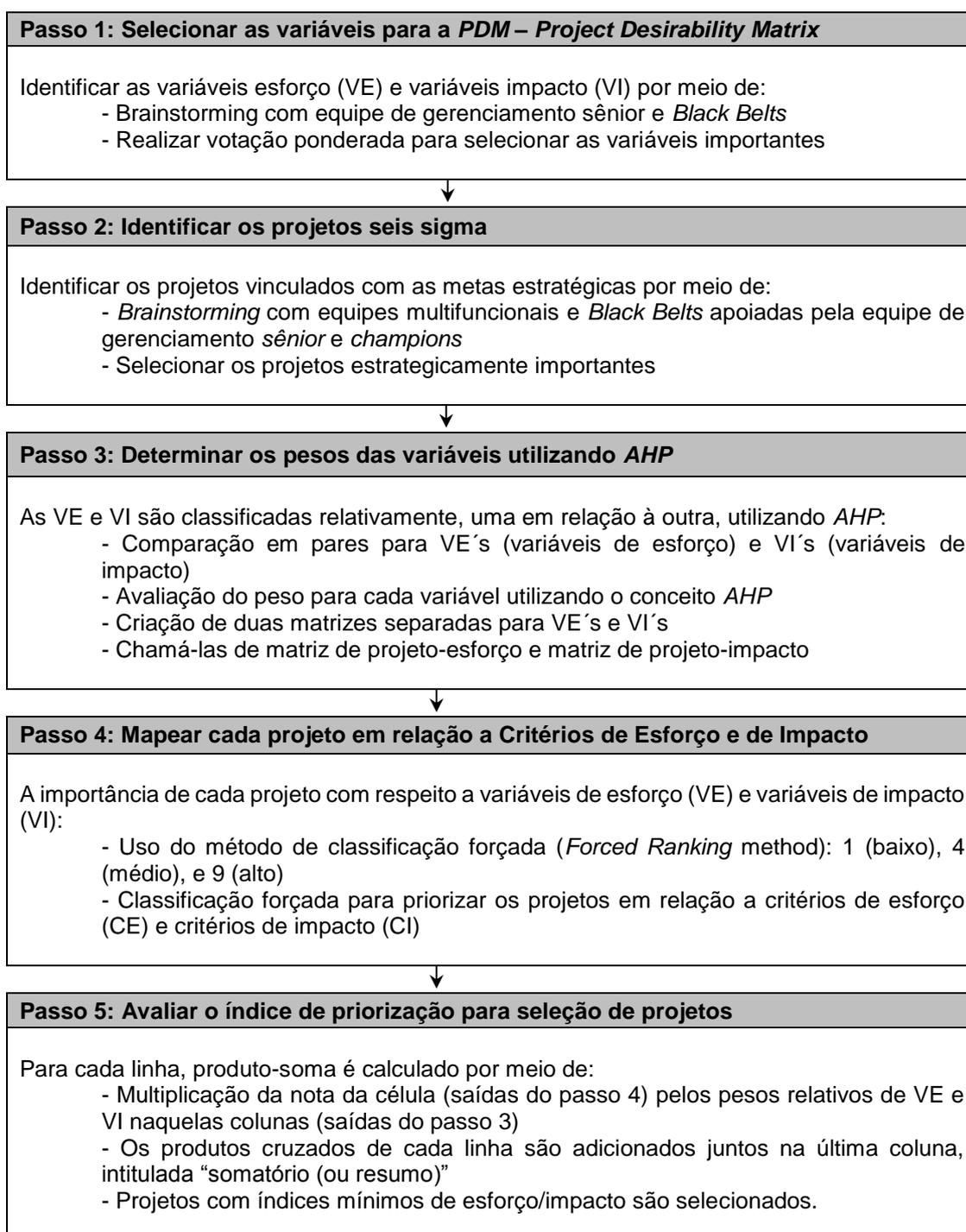


FIGURA 6 – FLUXOGRAMA PARA SPSS. FONTE: KUMAR ET AL. (2009, P. 677)

No segundo passo, por meio de *brainstorming* envolvendo equipes multifuncionais e *Black Belts* com o apoio da equipe gerencial e *Champions*, são identificados os possíveis projetos seis sigma ligados com os objetivos

estratégicos do negócio. Assim, é gerado um conjunto de possíveis projetos resultantes, todos eles estrategicamente importantes para a empresa.

QUADRO 14 – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO. FONTE: KUMAR ET AL. (2009, P. 678)

Variáveis de Esforço (VE)	Variáveis de Impacto (VI)
Recursos	Redução de custo
Duração do projeto	Pontualidade na entrega
Capital requerido	Redução de capital corrente
Risco	Retorno sobre investimento de capital
Habilidades especiais e ferramentas requeridas	Payback financeiro (tempo que levará para realizar o benefício)
Disponibilidade de dados	

A partir do passo três, diferentes matrizes são utilizadas. Primeiramente são atribuídos pesos relativos aos critérios de seleção (variáveis de esforço e variáveis de impacto) por meio do *AHP* com apoio de uma matriz de comparação em pares (típica do *AHP*) utilizando-se uma escala de base com valores de 1 a 9 para a preferência relativa para os dois itens conforme proposto por Saaty (2008).

O conteúdo de cada célula na matriz indica a importância relativa entre as variáveis. Desta forma são obtidos os pesos relativos de todas as variáveis com relação aos critérios de esforço (CE) e aos critérios de impacto (CI), conforme apresentado no Quadro 15.

Em seguida, é feita a avaliação da consistência dos julgamentos das comparações em pares por meio do índice de consistência. O Randon Index (RI), ou índice aleatório, é colhido de uma tabela de índices aleatórios para o *AHP*.

A partir da determinação dos pesos relativos das variáveis de esforço e das variáveis de impacto é construída a matriz de relacionamento central, que apresenta o resultado de cada projeto em relação aos critérios de esforço e de impacto. Isso é feito no passo quatro, utilizando o *Forced Ranking (FR)*, ou técnica de Classificação Forçada.

QUADRO 15 – PESOS DE PRIORIDADE PARA CRITÉRIOS DE ESFORÇO E CRITÉRIOS DE IMPACTO. FONTE: KUMAR ET AL. (2009, P. 680)

Critérios de esforço (CI = 0,8308; CR = 0,067)							
	Recurso	Duração do Projeto	Capital Requerido	Risco	Habilidades ou ferramentas especiais requeridas	Disponibilidade de dados	Pesos de prioridade
Recurso	1	1	1/3	1/5	3	1/7	0,07
Duração do Projeto	1	1	3	1/5	5	1/5	0,14
Capital requerido	3	1/3	1	1/3	3	1/3	0,11
Risco	5	5	3	1	1/3	1/7	0,19
Habilidades ou ferramentas especiais requeridas	1/3	1/5	1/3	3	1	1/3	0,09
Disponibilidade de dados	7	5	3	7	3	1	0,39
Critérios de impacto (CI = 0,094; CR = 0,084)							
	Redução de custo	Pontualidade na entrega	Redução de capital corrente	ROI (Retorno sobre investimento de capital)	Payback financeiro (tempo que levará para realizar o benefício)		Pesos de prioridade
Redução de custo	1	2	3	1/5	1/5		0,113
Pontualidade na entrega	1 / 2	1	5	1/3	1/3		0,118
Redução de capital corrente	1/3	1/5	1	1/7	1/9		0,035
ROI (Retorno sobre investimento de capital)	5	3	7	1	1/3		0,282
Payback financeiro (tempo que levará para realizar o benefício)	5	3	9	3	1		0,451

No estudo de Kumar *et al.* (2009), sete possíveis projetos foram submetidos ao time, que os avaliou em relação a critérios de esforço e impacto, utilizando uma escala de 3 níveis, sendo 1 (baixo relacionamento, ou Low, usar letra L), 3 (médio relacionamento, ou Moderate, usar letra M) e 9 (forte relacionamento, ou High, usar letra H) e vazio (sem relacionamento, usar letra B), resultando no Quadro 16.

Como passo final (cinco), é calculado o *Priority Rate (PR)*, ou índice de priorização, que é a razão simples entre as pontuações de esforço e impacto (Tabela 2).

QUADRO 16 – MATRIZ DE RELACIONAMENTO CENTRAL. FONTE: KUMAR ET AL. (2009, P. 681)

Critérios de esforço							
	Recurso (0,07)	Duração do Projeto (0,14)	Capital Requerido (0,11)	Risco (0,19)	Habilidades ou ferramentas especiais requeridas (0,09)	Disponibilidade de dados (0,39)	Pontuação final
Projeto 1	M	H	M	M	H	H	6,69
Projeto 2	L	M	H	L	H	H	5,71
Projeto 3	H	H	H	H	H	M	6,57
Projeto 4	H	H	M	M	L	H	6,39
Projeto 5	L	M	M	L	L	H	4,61
Projeto 6	L	M	M	H	H	H	6,85
Projeto 7	L	L	M	H	M	H	6,33
Critérios de impacto							
	Redução de custo (0,113)	Pontualidade e na entrega (0,118)	Redução de capital corrente (0,035)	ROI (Retorno sobre investimento de capital) (0,282)	Payback financeiro (tempo que levará para realizar o benefício) (0,451)	Pontuação final	
Projeto 1	H	L	H	M	H	6,355	
Projeto 2	L	L	H	L	L	1,279	
Projeto 3	H	L	L	L	H	5,511	
Projeto 4	H	B	M	H	H	7,719	
Projeto 5	H	H	M	H	H	8,781	
Projeto 6	H	H	L	L	M	3,749	
Projeto 7	L	M	L	B	L	0,953	

Nota. H = forte relacionamento; M = médio relacionamento; L = baixo relacionamento; B = sem relacionamento.

TABELA 2 – ÍNDICE DE PRIORIZAÇÃO PARA CADA PROJETO. FONTE: KUMAR ET AL. (2009, P. 682)

Projetos	Pontuação final para matriz projeto-esforço	Pontuação final para matriz projeto-impacto	PR
P1	6,69	6,36	1,05
P2	5,71	1,28	4,46
P3	6,57	5,51	1,19
P4	6,39	7,72	0,83
P5	4,61	8,78	0,53
P6	6,85	3,75	1,83
P7	6,33	0,95	6,64

O projeto 5 foi escolhido por apresentar o menor índice de priorização.

De acordo com Kumar *et al.* (2009), entre as principais vantagens desta metodologia, estão: a) a eliminação da subjetividade por meio da utilização do *AHP*; b) o fornecimento de senso de realidade devido à ausência de estatística e de teoria de probabilidade e; c) agilidade e a independência de informações precisas.

A Tabela 3 apresenta os resultados da aplicação do modelo de Bilgen e Şen (2012).

TABELA 3 – PESOS DE PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS. FONTE: BILGEN E ŞEN (2012, P.11)

Subatributos de recursos				
	Custos	Tempo	Mão-de-obra	Peso de prioridade
Peso	0,78	0	0,22	
Projeto A	0,3	0,13	0,13	0,26
Projeto B	0,13	0,57	0,57	0,23
Projeto C	0,57	0,3	0,3	0,51
Subatributos de benefícios				
	Economia	Produtividade	Redução de Rejeições	Peso de prioridade
Peso	0,96	0,04	0	
Projeto A	0,04	0,45	0,96	0,06
Projeto B	0,96	0,21	0,04	0,93
Projeto C	0	0,34	0	0,01
Subatributos de efeitos				
	Qualidade	Capacidade	Energia	Peso de prioridade
Peso	0,3	0,13	0,57	
Projeto A	0,96	0,13	0,13	0,38
Projeto B	0,04	0,57	0,57	0,41
Projeto C	0	0,3	0,3	0,21
Atributos principais				
	Recursos	Benefícios	Efeitos	Peso de prioridade
Peso	0,3	0,57	0,13	
Projeto A	0,26	0,06	0,38	0,1616
Projeto B	0,23	0,93	0,41	0,6524
Projeto C	0,51	0,01	0,21	0,186

Apesar das diversas diferenças entre as duas abordagens, a apresentação dos resultados do modelo de Bilgen e Şen (2012) é feita de modo similar à metodologia de Kumar *et al.* (2009), conduzindo, em ambos os casos, a uma pontuação final que é utilizado como peso nas etapas seguintes das abordagens.

2.4.2. DETERMINAÇÃO DE ÁREA DE INSATISFAÇÃO E INTEGRAÇÃO DO VOC E VOB

Além da seleção de projetos em si, a metodologia desenvolvida por Su e Chou (2008), inclui uma etapa prévia para geração de projetos e uma etapa posterior destinada ao mapeamento dos projetos (Figura 7).

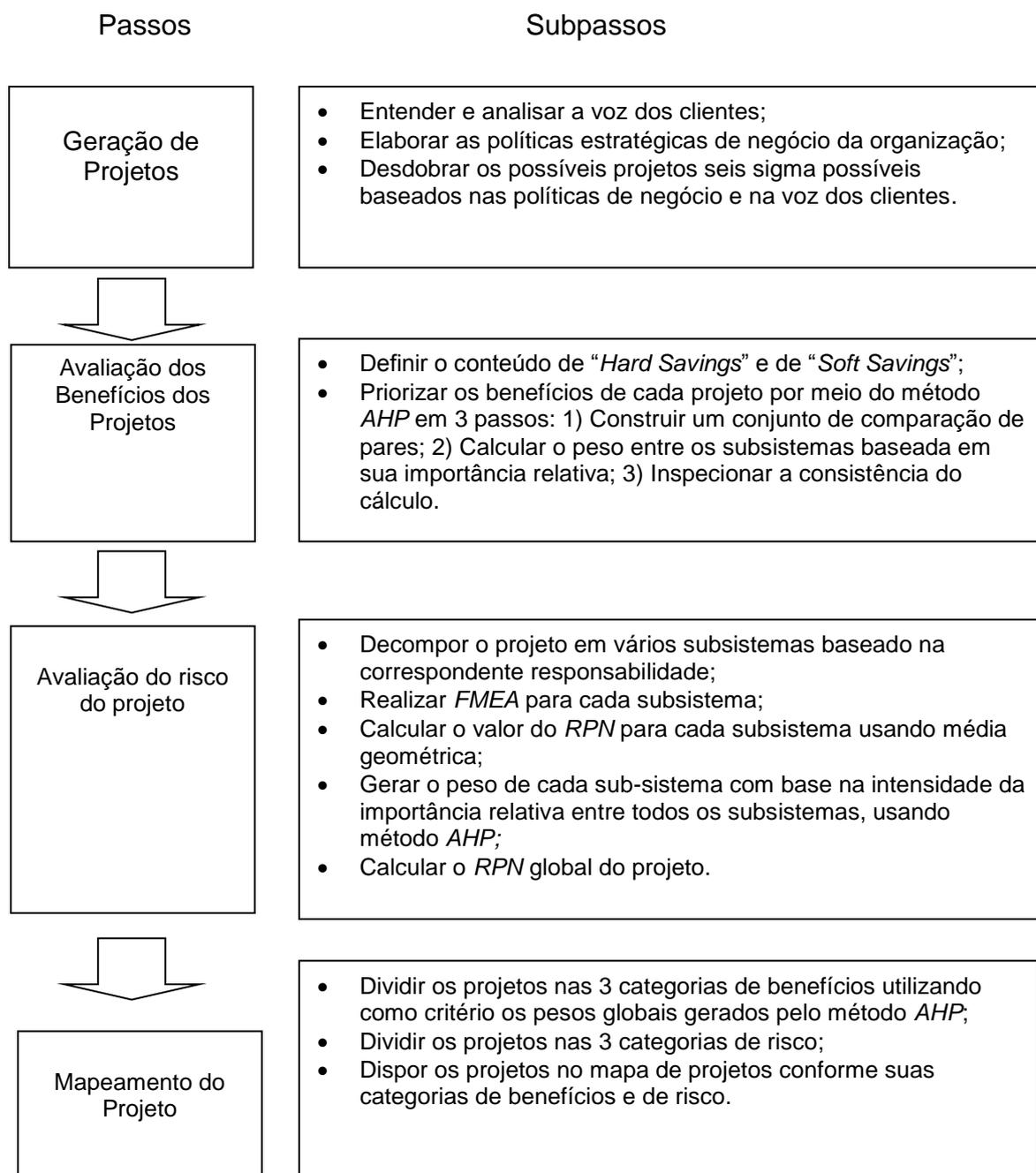


FIGURA 7 – METODOLOGIA PARA CRIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS. FONTE: SU E CHOU, 2008, P. 2697.

A metodologia de Su e Chou (2008) é organizada em quatro passos abrangendo: a) geração de projetos (utilizando a voz do cliente combinada com objetivos estratégicos); b) avaliação dos benefícios (*hard* e *soft savings*) dos projetos; c)

avaliação de riscos dos projetos (utilizando *FMEA*); e d) mapeamento dos projetos em gráfico que facilita a tomada de decisões.

Uma característica desta metodologia é que ela se inicia pela determinação das áreas de maior insatisfação de clientes, por meio de uma investigação formal junto aos principais clientes. Outra característica é um desdobramento de objetivos em *Key Performance Indicators (KPIs)* e a geração de candidatos a projetos baseados no *VOC* e *VOB*. A processo utilizado para a geração dos candidatos a projetos, a partir do *VOC* e *VOB* integrados, não é descrito na publicação.

Segundo os autores o modelo tem as duas seguintes vantagens: 1) fornecer um procedimento completo (da geração ao mapeamento) que pode auxiliar a alta gerência na decisão dos projetos críticos; e 2) facilidade de implementação devido a ausência da complexidade típica de inferências matemáticas.

2.4.3. SPSS A PARTIR DE DADOS DE DESEMPENHO DO PROCESSO

Ray e Das (2010), propuseram três diferentes métodos para seleção de projetos para diferentes contextos, denominados: (1) análise de dados de desempenho; (2) *Balanced Scorecard*; (3) *Survey*. Todos eles enfatizam a participação da direção desde o início, focalizando uma necessidade de negócio ou do cliente. Destaca-se aqui o método de análise de dados de desempenho, que visa selecionar um conjunto de projetos e se aplica onde dados históricos de boa qualidade estejam disponíveis, partindo de uma necessidade específica do negócio (voz do negócio) representada por um indicador de alto nível, denominado *TLI – Top Level Indicator* (ou grande *Y*) e, em seguida, o desdobra por meio de dados existentes até o produto, processo e defeito (também denominado *CTQ*) a ser melhorado, gerando deste modo possíveis projetos. O Quadro 17 apresenta o exemplo de desdobramento de necessidades do negócio, conforme Ray e Das (2010).

QUADRO 17 – DESDOBRAMENTO DE NECESSIDADES DO NEGÓCIO. FONTE: RAY E DAS (2010, P. 298)

Necessidade (Grande Y)	Pequeno y	Produto	Planta	Defeito (CTQ)	Processo
Reduza custo de garantia	Reduza o custo de garantia do grupo de produto A (gráfico de pizza)	XYZ (baseado no gráfico de pizza)	Planta (na qual o produto selecionado é manufaturado)	Reduza o defeito isolado (baseado no gráfico de Pareto)	Manufatura
Reduza o custo de manufatura	Custo de rejeições (faça uma matriz produtos x defeitos a partir de dados do sistema informatizado)	Selecione um produto	Selecione a planta	Selecione um defeito a partir da matriz	Selecione o processo a ser melhorado para reduzir o defeito
	Custo de retrabalho (faça uma matriz produtos x defeitos para dados sobre defeitos reparáveis)	Selecione um produto	Selecione a planta	Selecione um defeito a partir da matriz	Selecione o processo a ser melhorado para reduzir o defeito
Reduza o custo do inventário	Reduza o custo dos produtos acabados situados no estoque há mais de três meses	Selecione um produto	Função marketing	Melhore a eficiência da previsão de vendas	Processo de previsões de vendas
	Reduza o inventário de produtos químicos	Selecione um produto químico em particular	Função aquisição	Reduza tempo de ciclo de compra	Processo de compra
	Reduza inventário de itens classe C (consumíveis)	Faça uma matriz item x produto e selecione uns poucos (grupo)	Função aquisição	Reduza o nível do inventário de itens classe C	Processo de compra

Nota. TLI – Top Level Indicators (Grande Y); indicadores operacionais (Pequeno y).

Observa-se que as necessidades são desdobradas em indicadores, chamados de pequenos y's, até o nível operacional, indicando produtos, processos, defeitos (CTQ) e respectivos processos.

Na mesma linha, Carvalho (2002) argumenta que as informações históricas devem ser consideradas sempre que estiverem disponíveis, e ainda sugere definir o CTQ identificando-se o que é crítico para o mercado e quais são os

processos críticos. Além disso, Carvalho (2002) afirma ser necessário transformar os dados dos processos em dados estatísticos.

2.4.4. ABORDAGENS PARA SPSS PUBLICADAS NO PERÍODO ENTRE 2015 E 2017

As abordagens publicadas no período de 2015 a 2017 são tabuladas no Quadro 18, e, após sua análise, observou-se:

- Diversidade de métodos propostos tanto para efetuar o cálculo dos pesos quanto para realizar a seleção dos projetos;
- Diversidade de métodos de apoio à tomada de decisão, isolados ou combinados;
- Destacada presença de técnicas *Fuzzy*, utilizadas em quatro das nove abordagens propostas;
- Presença do *AHP* (versão original ou fuzzy) em três estudos, incidência superior à da *ANP* (presente em dois estudos);
- Versão original da *AHP* (Saaty, 1980) presente em duas abordagens;
- Um estudo (Yousefi e Hadi-Vencheh, 2016) comparou, na prática, três diferentes abordagens (*AHP*, *TOPSIS*, *DEA*), recomendando, ao final, a aplicação do *AHP* ou *TOPSIS*;
- Ambientes de teste mais recorrentes: indústria automotiva e hospitais.

QUADRO 18 - ABORDAGENS PARA SPSS - PERÍODO ENTRE 2015 E 2017. ELABORADO PELO AUTOR

Ano	Autores	Panorama	Aspectos observados	Revista	Ambiente de teste	País
2015	Farsijani <i>et al.</i>	Método para priorizar projetos seis sigma utilizando abordagem Fuzzy-ANP.	O cálculo dos pesos dos critérios foi realizado utilizando 3 diferentes métodos (SAW – Simple Additive Weighting, TOPSIS e Fuzzy VIKOR) o que exigiu uma técnica adicional para sua junção, chamada Borda.	<i>Decision Science Letters</i>	Fabricante de navios	Iran
2015	Holmes <i>et al.</i>	Utiliza o método de <i>Weighted Scorecard</i> a partir das 3 vozes (estudante, instituição e do processo).	Estratégia utilizada foi a de identificar projetos que poderiam gerar os resultados mais significativos para o Campus.	<i>Quality Assurance in Education</i>	Universidade	EUA
2015	Ortiz <i>et al.</i>	Método para priorizar projetos seis sigma utilizando ANP e ANP-Dematel desenvolvido por Büyükoçkan e Öztürkcan (2010).	Concluiu-se que a DEMATEL-ANP desempenhou melhor, reduzindo a chance de erros devido à interação e feedback.	<i>BMC Medical Informatics and Decision Making</i>	Hospital	Colômbia
2015	Rathi <i>et al.</i>	Método para priorizar projetos seis sigma utilizando abordagem Fuzzy-TOPSIS.	O cálculo dos pesos foi realizado por meio de uso do método <i>Modified Digital Logic (MDL)</i> e a classificação final por meio de índice de prioridade.	<i>Management Science Letters</i>	Indústria automotiva	Índia
2016	Yousefi e Hadi-Vencheh	Aplicação prática comparando-se a utilização de 3 diferentes abordagens de apoio à tomada de decisão: AHP, TOPSIS e DEA.	Resultados obtidos pelo AHP e TOPSIS (recomendados pelos autores) foram similares e divergentes dos resultados obtidos pela DEA (não recomendado pelos autores).	<i>Journal of Modelling Management</i>	Fabricante de baterias de arranque para locomotivas	Iran
2017	Rathi <i>et al.</i>	Método para priorizar projetos seis sigma utilizando abordagem fuzzy VIKOR-TOPSIS.	O cálculo dos pesos foi realizado por meio de uso do método <i>MDL – Modified Digital Logic</i> e classificação final por meio de fuzzy VIKOR e TOPSIS.	<i>Decision Science Letters</i>	Indústria automotiva	Índia

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

2017	Testik <i>et al.</i>	Método utiliza <i>AHP</i> e opinião de experts para obter os pesos e apresenta os resultados graficamente.	Utilização de diagrama de causa e efeito para identificar projetos e construir a hierarquia do problema.	<i>Quality Management in Health Care</i>	Hospital	Turquia
2017	Shaygan e Testik	Método utiliza <i>fuzzy AHP</i> para obter os pesos para os critérios.	Os autores concluíram que a utilização da <i>abordagem fuzzy-AHP</i> é vantajosa em relação à abordagem <i>AHP</i> .	<i>Soft Comput</i>	Hospital	Turquia
2017	Kalashnikov <i>et al.</i>	Método de programação quadrática biobjetivo.	O método permite considerar o efeito de interdependência entre os projetos e limitação de recursos. Requer recursos computacionais específicos (solucionadores de otimização).	<i>International Journal Production Economics</i>	Exemplo numérico	México

3. MÉTODO PROPOSTO PARA GERAÇÃO E SPSS

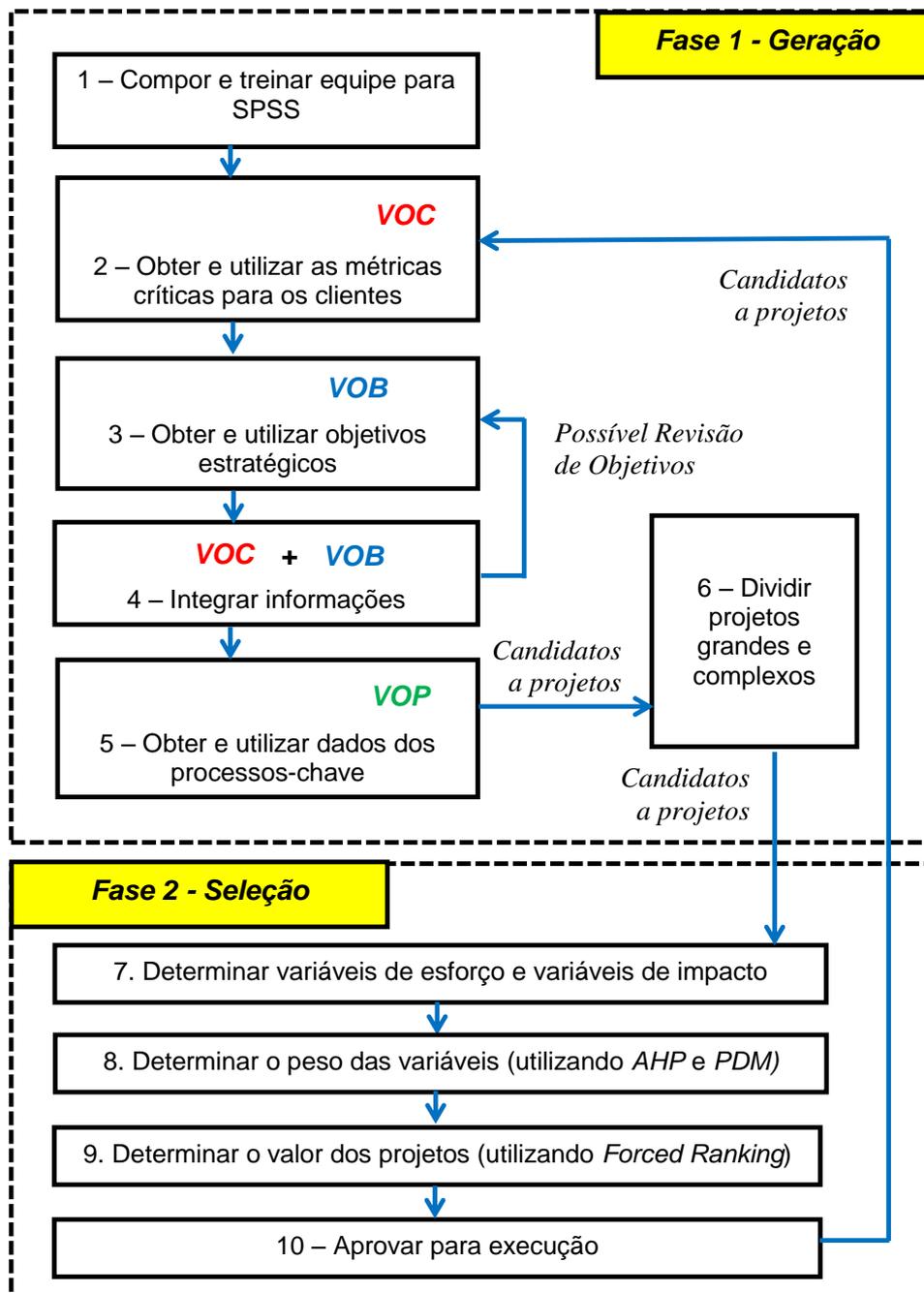
Este capítulo seção apresenta o método preliminar proposto para geração e SPSS, denominado *Generation and Selection Method for Six Sigma Projects (GSM_SSP)*, seus objetivos, características e a descrição de cada uma das etapas e ferramentas. O artefato proposto nesta dissertação se enquadra como sendo um método por ser um conjunto de passos usados para executar uma tarefa (MARCH; SMITH, 1995).

O objetivo do *GSM_SSP* é selecionar projetos seis sigma em uma das duas seguintes situações: a) escolher um único projeto piloto em uma organização que esteja iniciando sua jornada de implementação da iniciativa seis sigma; ou b) escolher um conjunto de projetos seis sigma para serem conduzidos em um determinado período.

Por meio de revisão da literatura colheu-se os requisitos que o novo método deveria atender. Adotou-se como estratégia construir um método que atendesse aos requisitos mais recorrentes na literatura, os quais são: utilizar critérios de impacto e de esforço, considerar benefícios financeiros, buscar alinhamento estratégico, focalizar processos-chave do negócio, focalizar assuntos que impactam a satisfação dos clientes, enfatizar a participação da alta direção, evitar projetos grandes e complexos e utilizar métodos de apoio à tomada de decisão. O método preliminar *GSM_SSP*, é apresentado na Figura 8, sendo embasado pelos estudos apresentados nas notas.

O *GSM_SSP* é composto por duas fases, sendo a primeira fase dedicada à geração dos projetos e a segunda fase dedicada à seleção dos projetos. Enquanto a fase de geração é composta por seis etapas, a fase de seleção é composta por quatro etapas, totalizando 10 etapas.

A primeira etapa do *GSM_SSP*, que se refere a compor e treinar a equipe para SPSS, é baseada em Hu *et al.* (2008), Kumar *et al.* (2009), Yang e Hsieh (2009), Ray e Das (2010), Saghaei e Didekhani (2011).



Nota (1). Elaborado pelo autor baseado em Carvalho (2002); Hu *et al.* (2008), Su e Chou (2008), Azar e Faradi (2008); Kumar *et al.* (2009), Yang e Hsieh (2009), Ray e Das (2010), Saghaei e Didekhani (2011), Dutra *et al.* (2014) e Farsijani *et al.* (2015)

Nota (2). *VOC (Voice of Customer)*; *VOB (Voice of Business)*; *VOP (Voice of Process)* conforme Kumar *et al.* (2009)

Nota (3). *PDM (Project Desirability Matrix)* conforme Kumar *et al.* (2009)

Nota (4). *Analytic Hierarchy Process (AHP)* conforme Saaty (2008)

Nota (5). *Forced Ranking* conforme Grote (2005)

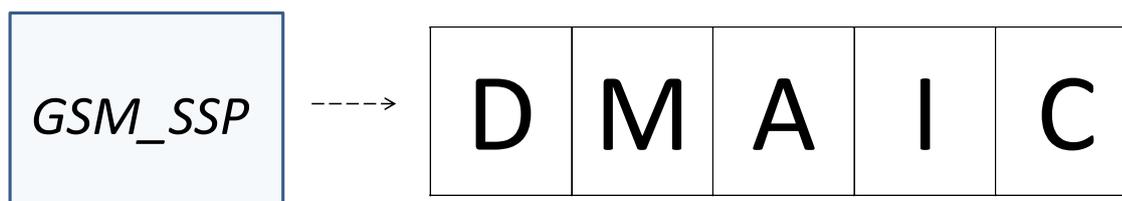
FIGURA 8 – MÉTODO PRELIMINAR - GSM_SSP. ELABORADO PELO AUTOR.

A segunda etapa, que se refere a obter e utilizar as métricas críticas para os clientes, é baseada em Su e Chou (2008) e em Ray e Das (2010). Su e Chou (2008) embasam a terceira e quarta etapas do *GSM_SSP*, que referem-se, respectivamente, a utilizar os objetivos estratégicos para gerar projetos e obter e utilizar a análise integrada da voz do cliente em conjunto com a voz do negócio. A quinta etapa, que refere-se a obter e utilizar os dados dos processos-chave (voz do processo), é embasada em Carvalho (2002) e em Ray e Das (2010). Azar e Faraji (2008), Padovani *et al.* (2008), Dutra *et al.* (2014) e Farsijani *et al.* (2015) embasam a sexta etapa, que se refere a dividir os projetos grandes e complexos. O conjunto formado pela sétima, oitava e nona etapa, é embasado em Kumar *et al.* (2009). A décima etapa é a aprovação dos projetos para a realização.

Além de adotar como características os oito requisitos mais recorrentes na literatura, buscou-se privilegiar o processo de geração de portfólio destinando a este fim as cinco etapas iniciais que compõem a fase de geração. Além disso, para aumentar a consistência do processo de geração de portfólio de projetos seis sigma, foram consideradas três das quatro origens, ou vozes, propostas por Kumar *et al.* (2009): a voz dos clientes (etapa 2), a voz do negócio (etapa 3) e a voz do processo (etapa 5), desconsiderando-se apenas a voz das partes interessadas como meio de evitar o excesso de complexidade. Essa ênfase no processo de geração de portfólio foi colocada no intuito de atender a lacuna de pesquisa apontada por Kornfeld e Kara (2011).

Cada uma das etapas do *GSM_SSP* é embasada pelos estudos apresentados nas notas da Figura 8.

A Figura 9 ilustra uma sugestão de posicionamento do método *GSM_SSP*, em relação à execução dos projetos (representado pelas iniciais *DMAIC* que é a abordagem mais utilizada para a execução dos projetos seis sigma).



Nota (1). Os dizeres *DMAIC* representam a sequência de execução dos projetos seis sigma.

Nota (2). *D = Define; M = Measure; A = Analyse; I = Improve; C = Control.*

FIGURA 9 – POSICIONAMENTO ORIGINAL DO MÉTODO PROPOSTO PERANTE A EXECUÇÃO DOS PROJETOS SEIS SIGMA. ELABORADO PELO AUTOR.

Quando da seleção dos primeiros projetos seis sigma, um ou mais projetos selecionados serão os projetos a serem executados, em geral, por meio da aplicação do *DMAIC*. No decorrer da execução dos projetos selecionados, estes poderão ser continuamente avaliados para decisão quanto a sua continuidade, suspensão ou cancelamento dos projetos, utilizando também a fase de seleção do método *GSM_SSP*.

3.1. FUNDAMENTAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

O método *GSM_SSP* está fundamentado em um conjunto de estudos científicos identificados por meio da revisão da literatura. O Quadro 19 sumariza as referências que deram origem e que fundamentam cada uma das etapas do método proposto.

3.2. DESCRIÇÃO DAS FASES E ETAPAS

Kerzner (2006), Meredith e Mantel (2011) e Dutra *et al.* (2014), na mesma linha, argumentam que somente métodos e critérios facilmente entendidos serão utilizados.

QUADRO 19 – PRINCIPAIS REFERÊNCIAS PARA CADA FASE E ETAPA DO GSM_SSP.
ELABORADO PELO AUTOR.

Fases	Etapas	Fontes
Geração	1. Compor e treinar equipe para SPSS	Hu <i>et al.</i> (2008); Kumar <i>et al.</i> (2009); Yang e Hsieh (2009); Ray e Das (2010); Saghaei e Didekhani (2011)
	2. Obter e utilizar as métricas críticas para os clientes	Su e Chou (2008); Ray e Das (2010)
	3. Obter e utilizar os objetivos estratégicos	Su e Chou (2008)
	4. Integrar as informações	Su e Chou (2008)
	5. Obter e utilizar os dados dos processos-chave	Carvalho (2002); Ray e Das (2010)
	6. Dividir os projetos grandes e complexos	Padovani <i>et al.</i> (2008) Azar e Faraji (2008); Dutra <i>et al.</i> (2014); Farsijani <i>et al.</i> (2015)
Seleção	7. Determinar variáveis de esforço e variáveis de impacto	Kumar <i>et al.</i> (2009)
	8. Determinar o peso das variáveis (utilizando <i>AHP</i> e <i>PDM</i>)	Saaty (2008); Kumar <i>et al.</i> (2009)
	9. Determinar o valor dos projetos (utilizando <i>Forced Ranking</i>)	Grote (2005); Kumar <i>et al.</i> (2009)
	10. Aprovar para execução	O próprio autor.

Para atender a tal condição, a concepção, descrição e entrega do método GSM_SSP utilizou os seguintes cuidados:

- I. Opção pela utilização do *AHP* considerando: a) que era o único método de apoio a tomada de decisão aplicado na prática para a SPSS (Banuelas *et al.*, 2006); b) a disponibilidade de *softwares* gratuitos (por exemplo *SuperDecisions*);
- II. Elaboração de roteiros para cada uma das etapas, indicando o passo a passo, as referências e os respectivos conteúdos extraídos da literatura,

integrados dentro de uma sequência lógica de instruções, sendo cada uma das instruções iniciadas por verbos no infinitivo;

- III. Elaboração de formulários para registro dos resultados de cada etapa, sempre que possível, priorizando formatos extraídos das aplicações colhidos da literatura (conforme indicado em cada formulário), permitindo assim, ao leitor, rastrear cada publicação de referência, aprofundando e confirmando o entendimento;
- IV. Inserção de treinamento para a equipe de decisão antes do início da aplicação do método *GSM_SSP*;
- V. Fornecimento aos participantes, com antecedência em relação à aplicação, do referencial teórico organizado para esta pesquisa, na forma de apostila, de modo que estes pudessem, a qualquer tempo, utilizar a mesma base de informações disponível ao pesquisador;
- VI. Fornecimento aos participantes, na forma de apostila, dos roteiros e formulários do método *GSM_SSP*, na forma de apostila;
- VII. Repasse do conteúdo de cada roteiro antes do início de cada etapa de aplicação do método *GSM_SSP* com os participantes, oferecendo-lhes oportunidades para que as suas dúvidas fossem sanadas, e também para a proposição de caminhos alternativos;
- VIII. Inserção, dentre os critérios de avaliação dos ciclos da pesquisa-ação, do seguinte critério: as diretrizes para aplicação do método devem ter sido avaliadas pelos participantes como sendo de complexidade baixa ou, no máximo, moderada (nestes casos indicando os pontos em que simplificações seriam importantes);
- IX. A proposição aos participantes para utilização de um número limitado de critérios de seleção embasado em Pande *et al.* (2000), que afirmam que o número de critérios deve ficar entre cinco a oito.

Primeiramente, são apresentadas as seis etapas da fase de geração, a qual é enfatizada neste método como forma de atendimento à lacuna apontada por Kornfeld e Kara (2011). A fase de geração tem início com a etapa em que é feita a composição e treinamento da equipe para a SPSS. Em seguida, quatro etapas são desenvolvidas no intuito de atender a proposição de Kumar *et al.* (2009) que argumentam que as vozes dos clientes, negócio e processo devem ser consideradas. Informações relacionadas a estas três origens, usualmente referenciadas como sendo as vozes dos clientes (*VOC*), do negócio (*VOB*) e do processo (*VOP*). Dentro desse processo, inclui-se, no método, a integração entre *VOC* e *VOB* sugerida por Su e Chou (2008). Após a geração de candidatos a projetos a partir dessas três vozes, esses candidatos são examinados para verificar a pertinência de sua divisão evitando assim a entrada de projetos grandes e complexos na fase de seleção.

Descreve-se, a seguir, cada uma das etapas da fase de geração.

3.2.1. ETAPA 1 - COMPOR E TREINAR EQUIPE PARA SPSS

A expressão treinar a equipe, utilizada nesta dissertação, não se refere a todo o conjunto de treinamentos destinados a compor e capacitar as funções da infraestrutura para toda a iniciativa seis sigma. Refere-se, nesse caso, a realizar um treinamento específico com o objetivo de capacitar a equipe para aplicar os roteiros que fazem parte do *GSM_SSP*, visando obter consistência e objetividade nas demais etapas do processo de SPSS. É importante que, no treinamento desta equipe, sejam apresentados e discutidos os argumentos para justificar a importância do processo de seleção a ser conduzido pela gerência. Além disso, é recomendável ressaltar a importância do processo de seleção de projetos para o sucesso da iniciativa seis sigma.

Assim, deve ser formada a equipe de decisão para a seleção dos projetos seis sigma, para que essa equipe lidere a execução de cada uma das etapas seguintes que compõem o método proposto. A equipe deve ser formada por um

ou mais membros da direção da empresa e/ou por um conjunto formado pela direção e um ou mais de seus gerentes. É desejável que as seguintes áreas sejam representadas na equipe: financeira, manufatura, suprimentos, qualidade, planejamento, assistência técnica. Uma vez formada, a equipe deve receber treinamento, com duração mínima de 4 horas, abrangendo os seguintes tópicos: 1) A origem dos seis sigma e o reconhecimento de seus benefícios; 2) A importância da SPSS; 3) A importância da participação da alta direção no processo; 4) Método GSM_SSP (desenho geral, sustentação científica, roteiros e formulários de cada etapa; exemplos de aplicação de cada uma das etapas).

A implementação desta etapa deve seguir ao roteiro descrito no Quadro 20 complementado pelo formulário apresentado no Quadro 21.

QUADRO 20 – ROTEIRO PARA COMPOR E TREINAR EQUIPE DE DECISÃO. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Geração
Etapa 01	Compor e treinar equipe de decisão
Objetivo: Assegurar a participação do pessoal chave no processo de seleção.	
<u>Roteiro para execução da etapa:</u>	
1. Compor a equipe de decisão com pelo menos um membro da direção;	
2. É recomendável incluir representantes de todas as áreas ou processos chave da empresa (financeira, suprimentos, qualidade, produção e assistência técnica);	
3. Realizar o treinamento da equipe de decisão, abrangendo os tópicos estabelecidos.	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
1. Estrutura organizacional;	
2. Processos chave da empresa.	
<u>Formulário para registro da saída da etapa:</u>	
Ata de reunião e treinamento – F-01	

QUADRO 21 – FORMULÁRIO DE ATA DE REUNIÃO E TREINAMENTO – F-01. ELABORADO PELO AUTOR.

Ata de reunião e treinamento – F-01		
Equipe designada para seleção de projetos seis sigma		
Nome	Cargo	Assinatura
Designados e aprovados por		
Nome	Cargo	Assinatura
Tópicos de treinamento realizados		
Duração do treinamento		
Local do treinamento		
Data e hora do treinamento		

3.2.2. ETAPA 2 - OBTER E UTILIZAR AS MÉTRICAS CRÍTICAS PARA OS CLIENTES

Esta etapa abrange um conjunto de ações incluindo a identificação de um rol de métricas que afetem a satisfação dos clientes. A forma de operacionalização desta etapa deverá ser ajustada às peculiaridades de cada empresa dependendo, por exemplo, entre outros fatores, da quantidade de clientes e de produtos e serviços. Em alguns casos, é essencial levar em consideração a importância relativa entre os clientes e entre os produtos e serviços, baseando-se, por exemplo, na informação quanto aos volumes de vendas e suas projeções. Uma vez determinado o foco estratégico em termos de mercados, clientes, produtos e serviços, deve-se construir e apurar ao máximo uma matriz objetivando identificar qual conjunto de métricas dos produtos e serviços que devem ser alvo de projetos de melhoria.

Diversas informações podem ser utilizadas nesta etapa, incluindo entrevistas com o pessoal de contato com clientes e exame de relatórios quanto aos motivos de reclamações de clientes. É desejável realizar análises competitivas, comparando-se percepção dos clientes em relação aos produtos e serviços da empresa versus seus concorrentes diretos, assim como obter e levar em consideração as iniciativas de melhorias realizadas por eles. As métricas que estão em situação desfavorável em relação aos concorrentes diretos não devem ser as únicas a serem consideradas para efeito de geração de projetos.

A implementação desta etapa deve seguir o roteiro descrito no Quadro 22 complementado pelo formulário apresentado no Quadro 23.

A empresa deverá considerar a geração de projetos destinados a reforçar ou aumentar sua vantagem competitiva, focalizados naquelas métricas nas quais os produtos e serviços já estão em vantagem. Pode ser definida uma amostra de clientes para que seja realizada uma coleta de dados visando complementar e classificar tais métricas conforme a importância para os clientes.

3.2.3. ETAPA 3 - OBTER E UTILIZAR OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Por meio de coleta e análise de informações e dados em relação aos objetivos estratégicos, a equipe gerencial poderá identificar os assuntos críticos para o negócio. As metas estratégicas do negócio/cliente (os grandes Y's) são estabelecidas pela equipe da alta direção, as quais originarão submetas ou metas de processos críticos (pequenos y), e que originarão os objetivos dos projetos. A implementação desta etapa deve seguir ao roteiro descrito no Quadro 24 complementado pelo formulário apresentado no Quadro 25.

QUADRO 24 – ROTEIRO PARA OBTER E UTILIZAR OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Geração
Etapa 03	Obter e utilizar os objetivos estratégicos
Objetivo: identificar as políticas, objetivos e metas da organização a fim de assegurar o alinhamento estratégico dos projetos a serem gerados e classificados.	
<u>Roteiro para execução da etapa:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter todo o conjunto de políticas estratégicas do negócio, objetivos e metas de curto, médio e longo prazo da organização, desde as metas estratégicas do negócio/cliente (grandes Y's) até as metas dos processos críticos (pequenos y's), caso disponíveis. 2. Registrar as políticas estratégicas, objetivos e metas; 3. Obter a confirmação ou revisão para atualização da parte da direção/gerência; 4. Utilizando tais informações trabalhar em conjunto com a direção/gerência para determinar os assuntos críticos para o negócio, que são aquelas áreas preferenciais para a geração de projetos seis sigma. 	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Políticas estratégicas do negócio, objetivos e metas de curto, médio e longo prazo da organização, sempre que possível quantificadas. 	
<u>Formulário para registro da saída da etapa:</u>	
Formulário para registro das informações estratégicas - F-03.	

QUADRO 25 – FORMULÁRIO PARA INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS – F-03. ELABORADO PELO AUTOR.

Registro de informações estratégicas – F-03		
Políticas, estratégias, objetivos e metas		
Assuntos críticos para o negócio		
Confirmado por		
Nome	Cargo	Assinatura
Data: ___/___/___		

3.2.4. ETAPA 4 – INTEGRAR AS INFORMAÇÕES

O *GSM_SSP* propõe, nesta etapa, a utilização simultânea das saídas das duas etapas anteriores: as métricas críticas para os clientes e os assuntos críticos para o negócio.

A partir da identificação das áreas de maior insatisfação de clientes e/ou de diferenciação estratégica, estas são integradas com os elementos da estratégia da empresa e/ou assuntos críticos para o negócio, de modo que sejam identificados indicadores e sua situação atual, aos quais devem ser direcionados os possíveis projetos correspondentes. Esta etapa deve ser realizada com o envolvimento da alta gerência.

A implementação desta etapa deve seguir ao roteiro descrito no Quadro 26 complementado pelo formulário apresentado no Quadro 27.

QUADRO 26 – ROTEIRO PARA INTEGRAR AS INFORMAÇÕES. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Geração
Etapa 04	Integrar as informações (voz do cliente e voz do negócio)
Objetivo: identificar possíveis projetos que atendam a voz do cliente e do negócio.	
Roteiro para execução da etapa:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisar as métricas de satisfação dos clientes e as áreas de maior insatisfação de clientes em conjunto com as políticas, objetivos e metas, revisando os objetivos pertinentes; 2. Estabelecer o grau de importância entre os objetivos envolvidos, indicando o grau de importância por meio de letras, sendo A (mais importante), B (menos importância); 3. Estabelecer ou revisar as metas pertinentes às principais áreas de insatisfação, considerando a situação atual dos indicadores existentes; 4. Identificar possíveis projetos com potencial de contribuição para melhorar o grau de satisfação nas áreas de maior insatisfação e contribuir para a realização das políticas estratégicas do negócio. 	
Informações a serem consideradas durante esta etapa:	
<ol style="list-style-type: none"> 5. Objetivos vinculados a cada uma das políticas estratégicas; 6. Grau de importância de cada objetivo; 7. Indicadores (<i>KPI</i>'s) vinculados a cada objetivo; 8. Situação atual e alvo (meta de cada indicador). 	
Formulário para registro da saída da etapa:	
Formulário para registro do resultado da análise integrada da voz do cliente e da voz do negócio - F-04.	

QUADRO 27 – FORMULÁRIO INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES – F-04. FONTE: SU E CHOU (2008, P.2699).

Registro do resultado da análise integrada da voz do cliente e da voz do negócio – F-04						
Políticas estratégicas do negócio	Objetivos	Grau de importância	Indicadores (KPI)	Situação atual	Meta	Projetos possíveis
Data: ___/___/___						

3.2.5. ETAPA 5 – OBTER E UTILIZAR OS DADOS DE PROCESSOS-CHAVE

Esta etapa deve levar em consideração as saídas das etapas anteriores, a análise integrada das vozes do cliente e do negócio. Recomenda-se identificar os processos-chave relacionados aos assuntos críticos para o negócio e às métricas críticas para os clientes. Os indicadores de alto nível, denominados *TLIs* – *Top level indicators*, ou grandes *Y's*, devem ser desdobrados por meio de dados históricos existentes até o produto, sub-processos e defeitos a serem minimizados, também denominados *CTQ's*. Devem também ser consideradas as informações e dados provenientes da gestão da qualidade de produtos (por exemplo estatísticas de defeituosos, defeitos, não-conformidades, retrabalhos, reclamações, devoluções, custos de garantia, desvios, etc) e informações colhidas junto à produção e engenharia de processos (nível sigma dos processos-chave, áreas obscuras identificadas durante a elaboração de análise de modo e efeitos de falhas).

Candidatos a projetos devem ser propostos de acordo com tais dados e informações. Recomenda-se a determinação do nível sigma das características de produto e das características dos processos-chave (também conhecidas como variáveis de controle) assim como a identificação daquelas operações com maior impacto sobre os custos da má qualidade.

Dados e informações de cada operação dos processos-chave devem ser considerados em relação aos assuntos críticos para o negócio e métricas críticas para os clientes identificados nas duas etapas anteriores.

A implementação desta etapa deve seguir o roteiro descrito no Quadro 28, complementado pelo formulário apresentado no Quadro 29. Esta etapa deve ser realizada com o envolvimento da alta gerência.

QUADRO 28 – ROTEIRO PARA OBTER E UTILIZAR DADOS DE PROCESSOS-CHAVE. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Geração
Etapa 05	Obter e utilizar dados de processos-chave
Objetivo: identificar possíveis projetos que atendam à voz do processo.	
<u>Roteiro para execução da etapa:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerando um ou mais assuntos críticos do negócio, analisar o desempenho dos processos-chave utilizando elementos de custo da má qualidade; 2. Desdobrar os dados existentes de custo da má qualidade até o produto, subprocesso e defeito a ser melhorado; 3. Identificar possíveis projetos com contribuição para melhorar o desempenho dos processos chave. 	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Custos da má qualidade. 	
<u>Formulário para registro da saída da etapa:</u>	
Formulário para registro do resultado da análise de desempenho dos processos chave- F-05.	

QUADRO 29 – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DE DADOS DE PROCESSOS-CHAVE–F-05. FONTE: RAY E DAS (2010, P.298).

Registro do resultado da análise da voz do processo – F-05					
Necessidade (grande Y)	Pequeno y	Produto	Planta	Defeito	Processo
Data: ___/___/___					

3.2.6. ETAPA 6 – DIVIDIR OS PROJETOS GRANDES E COMPLEXOS

Uma vez analisadas e utilizadas as informações e dados colhidos a partir das três vozes (do cliente, do negócio e dos processos-chave) a equipe gerencial terá gerado um conjunto de candidatos a projetos seis sigma. Em todas as demais abordagens começaria neste ponto atividade destinada a avaliar e classificar os candidatos a projetos. Assim, o *GSM_SSP* propõe que a equipe examine cada um dos possíveis projetos seis sigma para verificar a conveniência (necessidade e possibilidade) de sua divisão em dois ou mais projetos

independentes. Por meio da introdução desta etapa, o *GSM_SSP* procura evitar que projetos grandes e complexos sejam selecionados e venham a falhar, seja por atraso ou por abandono, ou que, por outro lado, sejam descartados pelo fato de serem grandes e complexos.

Para isso, cada candidato a projeto deve ser avaliado quanto a sua demanda de tempo e esforço, ou quanto a outros parâmetros para desdobrar complexidade.

A implementação desta etapa deve seguir ao roteiro descrito no Quadro 30, complementado pelo formulário apresentado no Quadro 31.

QUADRO 30 – ROTEIRO PARA DIVIDIR OS PROJETOS GRANDES E COMPLEXOS. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Geração
Etapa 06	Dividir os projetos grandes e complexos
Objetivo: evitar a exclusão de projetos com grande escopo e também evitar que sejam iniciados com projetos com grande escopo.	
Roteiro para execução da etapa:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisar o escopo de cada projeto potencial a fim de avaliar se o mesmo corresponde a um único projeto, ou se seria recomendável dividi-lo em dois ou mais projetos; 2. Dividir os projetos quando considerado pertinente; 3. Redigir a lista de projetos potenciais após a divisão daqueles de grande escopo. 	
Informações a serem consideradas durante esta etapa:	
<ul style="list-style-type: none"> • Informações disponíveis que possam contribuir para a avaliação. 	
Formulário para registro da saída da etapa:	
Formulário para registro da lista de projetos potenciais - F-06.	

QUADRO 31 – LISTA DE PROJETOS POTENCIAIS – F-06. ELABORADO PELO AUTOR.

Lista de projetos potenciais – F-06		
1.		
2.		
3.		
Confirmado por		
Nome	Cargo	Assinatura
Data: ___/___/___		

Encerrada a fase de geração de candidatos a projetos, por meio da execução das 6 primeiras etapas do método *GSM_SSP*, inicia-se, em seguida, a fase de seleção de projetos.

3.2.7. ETAPA 7 – DETERMINAR AS VARIÁVEIS DE ESFORÇO E VARIÁVEIS DE IMPACTO

A primeira das três etapas da seleção de projetos consiste em determinar critérios de seleção destinados a, posteriormente, apoiar a determinação do valor relativo dos candidatos a projetos. O método *GSM_SSP* propõe a utilização de três ou quatro variáveis de esforço, e mais três ou quatro variáveis de impacto, totalizando 6 a 8 critérios.

Sugere-se que a definição destes critérios leve em conta as informações coletadas e discutidas nas etapas de geração, em especial os objetivos estratégicos, os assuntos críticos para o negócio.

O formato dos resultados dessa etapa são duas listas simples: uma lista formada por três ou quatro variáveis de esforço e outra lista com três ou quatro variáveis de impacto. Esta etapa deve ser realizada com o envolvimento da alta gerência.

A implementação desta etapa deve seguir ao roteiro descrito no Quadro 32 complementado pelo formulário apresentado no Quadro 33.

QUADRO 32 – ROTEIRO PARA DETERMINAR VARIÁVEIS DE ESFORÇO E VARIÁVEIS DE IMPACTO. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Seleção
Etapa 07	Determinar variáveis de esforço e variáveis de impacto
Objetivo: Criar condições para a seleção dos projetos por meio de alinhamento estratégico	
<u>Roteiro para execução da etapa:</u>	
4. Recuperar a informação sobre assuntos críticos para o negócio;	
5. A partir de tais assuntos críticos estabelecer as variáveis de esforço e as variáveis de impacto a serem consideradas.	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Assuntos críticos para o negócio. 	
<u>Formulário para registro da saída da etapa:</u>	
Formulário para registro das variáveis de esforço e de impacto - F-07.	

QUADRO 33 – FORMATO PARA REGISTRO DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO E DE IMPACTO – F-07. ADAPTADO DE KUMAR ET AL. (2009)

Registro das variáveis de esforço e de impacto – F-07		
Variáveis de esforço		Variáveis de impacto
Confirmado por		
Nome	Cargo	Assinatura
Data: ___/___/___		

3.2.8. ETAPA 8 – DETERMINAR O PESO DAS VARIÁVEIS UTILIZANDO *AHP* E *PDM*

Em seguida deve ser realizada a comparação em pares das variáveis de esforço e impacto a fim de se obter o peso de cada uma delas por meio do *AHP*. Nesta etapa os pesos relativos dos critérios de seleção de esforço e impacto são atribuídos por cada um dos membros da equipe gerencial, utilizando *AHP* e por meio de matrizes de comparação em pares, em escala de base com valores de 1 a 9 para a preferência relativa. A comparação em pares deve ser feita para cada membro da equipe designada, dando origem a duas diferentes matrizes intituladas como matriz de variáveis de esforço e matriz de variáveis de impacto. A implementação desta etapa deve seguir ao roteiro descrito no Quadro 34.

O resultado desta etapa pode ser apresentado utilizando o formato apresentado no Quadro 35, ou tabela simples de resultados ou a tela de resultados do *software* utilizado.

3.2.9. ETAPA 9 – DETERMINAR O VALOR DOS PROJETOS UTILIZANDO *FORCED RANKING*

O encerramento do processo de seleção é feito por meio da determinação do valor de cada projeto utilizando a técnica de classificação forçada, ou *Forced Ranking*. A implementação desta etapa deve seguir ao roteiro do Quadro 36 e ao formulário indicado no Quadro 37.

QUADRO 34 – ROTEIRO PARA DETERMINAR O PESO DAS VARIÁVEIS UTILIZANDO AHP E PDM. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Seleção
Etapa 08	Determinar o peso das variáveis utilizando AHP
Objetivo: atribuir pesos apropriados às variáveis	
<u>Roteiro para execução da etapa:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conduzir a comparação em pares dando origem a duas diferentes matrizes intituladas matriz de variáveis de esforço e de impacto, registrando o resultado no formulário F -04. A comparação em pares pode ser realizada com o apoio de um <i>software</i> tais como, por exemplo, o <i>software SuperDecisions</i> (alternativa <i>free</i>) ou outros <i>softwares</i>, tais como, por exemplo, o <i>Expert Choice</i>; 2. Calcular os pesos relativos de todas as variáveis em relação aos critérios de esforço e aos critérios de impacto. Cada um dos pesos de cada variável passa a ser chamado de critério; 3. Medir a consistência dos julgamentos das comparações em pares fornecidas pelos tomadores de decisão utilizando valores dos índices aleatórios. Caso a consistência não seja apropriada repetir o procedimento. 	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Grau de importância relativa de cada variável de esforço do ponto de vista dos tomadores de decisão. 	
<u>Formulário para registro da saída da etapa:</u>	
Formulário para registro do resultado da comparação em pares em forma de matriz para variáveis de esforço e variáveis de impacto - F-08.	

QUADRO 35 – FORMATO PARA REGISTRO DO RESULTADO DA COMPARAÇÃO EM PARES – F-08. FONTE: KUMAR ET AL. (2009, P. 680)

Registro do resultado da comparação em pares – F-08										
Variáveis de esforço (VE)	Critérios de esforço (CI = , CR =)								Pesos relativos	
		VE 1	VE 2	VE 3	VE 4	VE 5	VE 6	VE 7		
	VE 1									
	VE 2									
	VE 3									
	VE 4									
	VE 5									
	VE 6									
	VE 7									
Variáveis de impacto (VI)	Critérios de impacto (CI = , CR =)								Pesos relativos	
		VI 1	VI 2	VI 3	VI 4	VI 5	VI 6	VI 7		
	VI 1									
	VI 2									
	VI 3									
	VI 4									
	VI 5									
	VI 6									
	VI 7									
Data: ___/___/___										

QUADRO 36 – ROTЕIRO PARA DETERMINAR O VALOR DOS PROJETOS UTILIZANDO FORCED RANKING. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Seleção
Etapa 09	Determinar o valor de cada projeto utilizando <i>FORCED RANKING</i> (classificação forçada)
Objetivo: obter pontuação sumária de cada projeto em relação aos critérios de esforço e em relação aos critérios de impacto.	
<u>Roteiro para execução da etapa:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Criar a matriz de relacionamento central (utilizando o F – 09); 2. Com o time, avaliar cada projeto em relação a cada variável de esforço e de impacto utilizando a classificação forçada, atribuindo escala de 3 níveis, sendo 1 (baixo relacionamento), e 3 (médio relacionamento) e 9 (alto relacionamento), podendo utilizar opcionalmente as convenções baixo (B), médio (M) e alto (A); 3. Calcular o índice de priorização utilizando a pontuação final para as variáveis de impacto e de esforço. 	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Grau de relacionamento de cada projeto com cada variável de impacto e de esforço sob o ponto de vista dos tomadores de decisão. 	
Formulário para registro da saída da etapa: F-09	
Formulário para registro do relacionamento central para os projetos - F-09.	

QUADRO 37 – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DO RELACIONAMENTO CENTRAL PARA OS PROJETOS – F-09. ADAPTADO DE KUMAR ET AL. (2009)

Registro do relacionamento central para os projetos – F-09									
Projetos	Critérios de esforço (CE)							Pontuação final	
	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7		
Projeto 1									
Projeto 2									
Projeto 3									
Projetos	Critérios de impacto (CI)							Pontuação final	
	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	CI6	CI7		
Projeto 1									
Projeto 2									
Projeto 3									
Projetos	Índice Final de Priorização dos projetos				Índice de priorização	Projetos autorizados para execução (marcar x)			
	Pontuação final da matriz de projeto esforço		Pontuação final da matriz de projeto impacto						
Projeto 1									
Projeto 2									
Projeto 3									
Análise crítica (liberação para programação e a implementação dos projetos)									
Data	Assinatura								

3.2.10. ETAPA 10 – APROVAR PARA EXECUÇÃO

Por fim, tendo em mãos a lista de projetos classificados, a equipe gerencial deve definir quantos e quais projetos seis sigma serão aprovados para realização. Para isso, poderá considerar os recursos disponíveis, a interdependência entre os projetos ou quaisquer outras ponderações estratégicas da empresa. Os projetos aprovados deverão ser atribuídos a equipes lideradas preferencialmente por profissionais certificados, como *Black Belt* ou *Green Belt*, e que, além disso, reúnam as competências necessárias para a sua condução antes da aplicação da abordagem *DMAIC*, considerando-se as peculiaridades de cada projeto.

A implementação desta etapa deve seguir o roteiro descrito no Quadro 38 complementado pelo formulário apresentado no Quadro 39.

QUADRO 38 – ROTEIRO PARA APROVAÇÃO DE PROJETOS PARA REALIZAÇÃO.
ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Seleção
Etapa 10	Aprovar para execução
Objetivo: Definir quantos e quais projetos serão realizados.	
Roteiro para execução da etapa:	
1. Com base nos recursos disponíveis e demais ponderações da empresa a equipe deverá estabelecer quantos e quais projetos deverão ser realizados.	
Informações a serem consideradas durante esta etapa:	
1. Recursos disponíveis; 2. Outras ponderações a critério da empresa.	
Formulário para registro da saída da etapa:	
Registros de projetos aprovados para realização – F-10	

QUADRO 39 – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DE PROJETOS APROVADOS PARA REALIZAÇÃO – F-10. ELABORADO PELO AUTOR.

Registro de projetos aprovados para realização – F-10		
Equipe designada para seleção de projetos seis sigma		
Nome	Cargo	Assinatura
Projetos aprovados para realização		
Data: ___/___/___		

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta a classificação da pesquisa quanto a sua natureza, seus objetivos, sua abordagem e quanto ao método. Além disso, o capítulo apresenta as etapas para desenvolvimento do estudo.

Neste tópico é feita a classificação da pesquisa quanto a quatro aspectos: natureza, objetivo, abordagem e método.

Quanto à natureza, esta pesquisa é aplicada uma vez que gerou conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução do problema específico da SPSS envolvendo verdades e interesses locais, o que, segundo Gerhardt e Silveira (2009), se enquadra como pesquisa aplicada.

Quanto ao objetivo, esta pesquisa é exploratória uma vez que objetivou proporcionar maior familiaridade com o problema específico da SPSS, com vistas a torná-lo mais explícito e envolve (a) levantamento bibliográfico e (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado bem como (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão, o que, segundo Gil (2007), se enquadra como pesquisa exploratória.

Segundo Marconi e Lakatos (2013) os estudos exploratórios se dividem em: (a) estudos exploratórios-descritivos combinados; (b) estudos que usam procedimentos específicos para coleta de dados; e (c) estudos de manipulação experimental. A presente pesquisa se enquadra como sendo um estudo exploratório-descritivo combinados, uma vez que “tem como objetivo descrever completamente determinado fenômeno” (Marconi e Lakatos, 2013, p. 71).

Quanto à abordagem esta pesquisa é qualitativa uma vez que enfatizou a “perspectiva do indivíduo que está sendo estudado” (MARTINS, 2012, p.52) que é a característica distintiva da pesquisa qualitativa em contraste com a pesquisa quantitativa.

Quanto ao método esta pesquisa é uma pesquisa-ação uma vez que houve “uma ação por parte das pessoas ou grupos implicados no problema sob observação” (THIOLLENT, 2003, p. 15) e, além disso, a ação foi do tipo “não-trivial, o que quer dizer uma ação problemática merecendo investigação para ser elaborada e conduzida” (THIOLLENT, 2003, p. 15).

A pesquisa envolveu a introdução de um método proposto para geração e SPSS visando resolver um problema de ordem técnica que é o problema da geração e SPSS.

Em síntese a presente pesquisa se classifica como uma pesquisa de natureza aplicada conforme Gerhardt e Silveira (2009), com objetivo exploratório segundo Gil (2007), de tipo exploratório descritivo conforme Marconi e Lakatos (2013), do tipo exploratório-descritivo, com abordagem qualitativa de acordo com Martins (2012) e tipificada como pesquisa-ação de acordo com Thiollent (2003).

Esta pesquisa ocorreu em cinco fases conforme o Quadro 40.

QUADRO 40 – ESTRUTURA DA PESQUISA. ELABORADO PELO AUTOR

FASES	
FASE 1	Formação da amostra preliminar de artigos
FASE 2	Construção e análise de mapas bibliométricos
FASE 3	Expansão da amostra e identificação das principais publicações
FASE 4	Desenvolvimento do método proposto
FASE 5	Pesquisa-ação

Enquanto as Fases de 1 a 4 têm objetivo exploratório a Fase 5 tem objetivo descritivo.

Os procedimentos metodológicos aplicados nas quatro primeiras fases foram sintetizados no Fluxo da Revisão da Literatura (Figura 10).

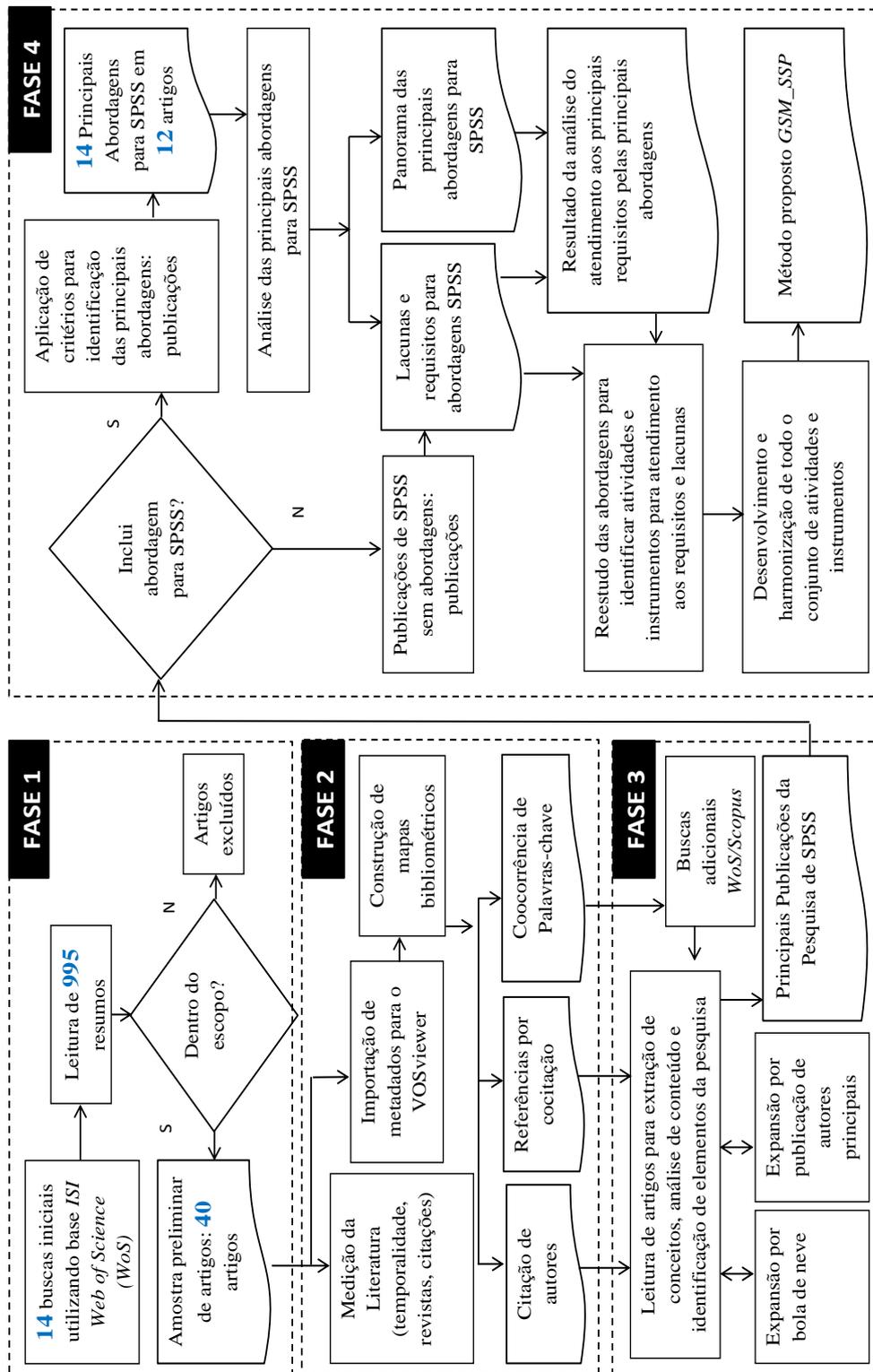


FIGURA 10 – FLUXO DA REVISÃO DA LITERATURA. ELABORADO PELO AUTOR.

4.1. FASE 1 – FORMAÇÃO DA AMOSTRA PRELIMINAR DE ARTIGOS

Foi utilizada como abordagem metodológica a revisão sistemática da literatura com o objetivo de localizar e sintetizar a literatura sobre o tema por meio de procedimentos organizados, transparentes e replicáveis em cada etapa do processo (LITTELL *et al.*, 2008).

Para as buscas realizadas fez-se a opção pela base científica *Institute for Scientific Information (ISI) Web of Science* como base principal pelo fato de que, conforme Watanuki *et al.* (2014), esta base permite que a amostra seja expandida por meio da utilização de publicações presentes em outras bases científicas.

Em todas as buscas realizadas foram tomados os seguintes cuidados: a) período máximo de abrangência (desde 1996 até 2017); b) filtro preliminar de documento do tipo artigo, incorporando, deste modo, a vantagem de limitar o resultado aos conteúdos revisados por pares; c) amplo conjunto de palavras-chave; d) adoção de opção *topics*, identificando, assim, a presença de itens de forma textual, e não apenas limitada às palavras-chave ou aos títulos das publicações; e) seleção das publicações utilizando como critério o alinhamento dos mesmos com a temática da pesquisa, a partir da leitura dos títulos, de suas palavras-chave e de seus resumos; f) as análises, pré-seleções e seleções foram realizadas independentemente pelos pesquisadores e foram posteriormente confrontadas de modo a minimizar a subjetividade, tendo sido as exclusões realizadas por consenso.

As buscas para a identificação da amostra preliminar de publicações foram realizadas no período de abril a dezembro de 2016. Com base nestas 14 buscas foram examinados 995 resumos de publicações.

O resultado de cada uma das 14 combinações de palavras-chave utilizadas neste estudo é apresentado no Quadro 41.

QUADRO 41 – RESULTADOS DAS BUSCAS. ELABORADO PELO AUTOR.

Busca	Palavras-chave e forma de combinação	Busca Examinada	Artigos Aprovados
1	<i>“project generation” or “project identification” or “project creation”</i>	117 (54)	(2)
2	<i>(“project generation” or “project identification” or “project creation”) and (“model” or “framework” or “method” or “methodology” or “approach”)</i>	49 (24)	(2)
3	<i>(“project generation” or “project identification” or “project creation”) and strateg*</i>	12 (9)	(2)
4	<i>“six sigma” and (“project generation” or “project identification” or “project creation”)</i>	1 (1)	(1)
5	<i>(“portfolio generation” or “portfolio identification” or “portfolio creation”)</i>	34 (20)	(1)
6	<i>(“portfolio generation” or “portfolio identification” or “portfolio creation”) and (“model” or “framework” or “method” or “methodology” or “approach”)</i>	20 (11)	(1)
7	<i>(“portfolio generation” or “portfolio identification” or “portfolio creation”) and strateg*</i>	9 (4)	(2)
8	<i>(“portfolio generation” or “portfolio identification” or “portfolio creation”) and six sigma</i>	1 (1)	(1)
9	<i>“project selection” and (“model” or “framework” or “method” or “methodology” or “approach”)</i>	857 (596)	(28)
10	<i>“project selection” and (“model” or “framework” or “method” or “methodology” or “approach”) and strateg*</i>	228 (170)	(18)
11	<i>“project selection” and “six sigma”</i>	38 (26)	(13)
12	<i>“project selection” and “six sigma” and strateg*</i>	12 (9)	(7)
13	<i>“portfolio selection” and “six sigma”</i>	5 (4)	(5)
14	<i>“project prioritisation” or “project prioritization”</i>	96 (66)	(2)
Total de artigos (título e resumo)		995	

Nota (1). Números fora dos parênteses indicam quantidade de publicações de todos os tipos enquanto os números dentro dos parênteses indicam número de artigos.

Nota (2). NA significa “não se aplica”.

As metodologias de registro de buscas nas bases científicas bem como a elaboração e registro dos critérios utilizados para seleção de publicações foram baseadas em Martens *et al.* (2013). Por fim, foi identificada a amostra preliminar de publicações, composta por 40 artigos, dividida em dois grupos (Quadro 42).

Os dados da amostra preliminar foram também tratados para identificar os periódicos que mais publicam sobre o tema da pesquisa. Observou-se que as 40 publicações estiveram distribuídas em 24 diferentes revistas, sendo que as publicações relacionadas a seleção de projetos foram localizadas em 14 diferentes revistas, enquanto aquelas relacionadas a SPSS em 12 diferentes revistas. Apenas duas revistas apresentaram publicações dos dois tipos (seleção

de projetos e SPSS) que foram: *International Journal of Project Management e Expert Systems with Applications*.

4.2. FASE 2 – CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE MAPAS BIBLIOMÉTRICOS

Visando identificar a corrente de autores e publicações de referência bem como confirmar e, eventualmente, expandir o conjunto de palavras-chave utilizadas nas buscas, foram construídos e analisados mapas bibliométricos utilizando os metadados das publicações da amostra preliminar. Foram construídos mapas bibliométricos de três tipos: citação de autores, cocitação de referências e coocorrência de palavras-chave, com o apoio do *software VOSviewer* (ECK; WALTMAN, 2010).

QUADRO 42 – AMOSTRA PRELIMINAR DE ARTIGOS. ELABORADO PELO AUTOR.

Ano	Seleção de projetos em geral	SPSS
1998-2007	Bordley (1998); Cooper <i>et al.</i> (1999); Dickinson <i>et al.</i> (2001); Meade e Presley (2002); Loch e Kavadias (2002); Steuer e Na (2003); Stummer e Heidenberger (2003); Lin e Hsieh (2004); Mohanty <i>et al.</i> (2005); Gupta <i>et al.</i> (2006); Wang e Hwang (2007); Carlsson <i>et al.</i> (2007)	Não foram identificadas publicações nas buscas Realizadas
2008-2011	Gupta <i>et al.</i> (2008); Tsai <i>et al.</i> (2009); Carazo <i>et al.</i> (2010); Asosheh <i>et al.</i> (2010); Bhattacharryya <i>et al.</i> (2011);	Su e Chou (2008); Kahraman e Büyüközkan (2008); Hu <i>et al.</i> (2008); Yang e Hsieh (2009); Büyüközkan e Öztürkcan (2010); Tkáč e Lyócsa (2010); Ray e Das (2011); Padhy e Sahu (2011); Saghaei e Didekhani (2011); Kornfeld e Kara (2013)
2012-2016	Hsu <i>et al.</i> (2012); Ghapanchi <i>et al.</i> (2012); Khalili-Damghani e Sadi-Nezhad (2013a); Khalili-Damghani e Sadi-Nezhad (2013b); Dutra <i>et al.</i> (2014); Constantino <i>et al.</i> (2015)	Bilgen e Şen (2012); Hsieh <i>et al.</i> (2012); Kirkham <i>et al.</i> (2014); Zhang <i>et al.</i> (2015); Ortíz <i>et al.</i> (2015); He e Goh (2015); Yousefi e Hadi-Vencheh (2016)

Foram identificado os 18 autores que compõem o cluster principal: (Bilgen, B.; Büyüközkan, G.; Chou, C. J.; Felizzola, H. A.; Goh, T. N.; He, Z.; Hsieh, C. H.; Hsieh, Y. J.; Huang, L.Y.; Isaza, S.N.; Ortíz, M. A.; Öztürkcan, D.; Şen, M.; Su, C. T.; Wang, C. T.; Wang, W.; Yang, T. H. e Zhang, M.). Este resultado permitiu

o direcionamento da revisão da literatura, sendo que, foi priorizada a leitura para extração de conceitos, abordagens e elementos de pesquisa a partir dos artigos da amostra preliminar escritos por um ou mais desses 18 autores.

Por outro lado, as 20 principais referências identificadas por meio do mapa de cocitação de referências foram também analisadas para contribuições para o referencial teórico dessa dissertação.

Finalmente, o mapa bibliométrico de coocorrência de palavras-chave permitiu a confirmação de que as palavras-chaves utilizadas nas buscas pertenciam às áreas pesquisadas. Observou-se que as palavras-chave *project selection* e *six-sigma* fazem parte do conjunto de nove itens (palavras-chave) que formam o segundo cluster obtido por meio do tratamento dos metadados da amostra preliminar de artigos.

4.3. FASE 3 – EXPANSÃO DA AMOSTRA E PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES

O conjunto de publicações examinado nessa pesquisa foi expandido de diferentes formas: a) a partir das 20 principais referências obtidas por meio do mapa bibliométrico de cocitação de referências, b) por meio da análise de conteúdo, utilizando o método *snowballing*; c) buscas para atualização.

Como parte da expansão do conjunto de publicações, foram realizadas buscas na base *Elsevier Scopus* utilizando as mesmas palavras-chave sendo as publicações adicionais incorporadas ao conjunto final de publicações.

As buscas para atualização foram realizadas durante o período de agosto a dezembro de 2017, visando à identificação de novas publicações, utilizando-se as mesmas palavras-chave e filtros previamente descritos, nas bases *Scopus* e *Web of Sciences* sendo os artigos identificados, analisados e utilizados na pesquisa.

A análise de dados se baseou em uma análise de conteúdo, descrita como o conjunto de técnicas de análise das comunicações (BARDIN, 2010).

4.4. FASE 4 – DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PRELIMINAR

Dentre as 35 publicações contendo abordagens para SPSS identificadas nessa pesquisa (Quadro 10), 12 estudos foram priorizados considerando os seguintes parâmetros: a) classificação conforme Qualis/CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) 2013-2016; b) classificação segundo *JCR Thompson Reuters*, 2016; e c) taxa de citação anual, obtida pela divisão do número de citações obtido no site do google acadêmico pelo tempo decorrido desde a publicação. Para aprovação a publicação precisou atender a, no mínimo, um dos dois critérios: a) publicação de extrato B1 ou superior; b) publicação com *JCR* e taxa de citação anual superior a cinco. Mesmo não atendendo a estes critérios, o estudo de Kahraman e Büyüközkan (2008), foi aprovado considerando que Büyüközkan é autor de outro estudo aprovado por esses critérios. Além disso, o estudo de Ray e Das, 2010, também foi aprovado devido ao seu potencial de contribuição para a geração de candidatos a projetos.

As publicações dos conjuntos 1 e 2 foram analisadas visando à identificação de requisitos para abordagens para SPSS, resultando na identificação de 12 requisitos (Quadro 12).

Em seguida os requisitos foram priorizados com base na incidência destes nos estudos identificados na pesquisa, quando foram identificados oito requisitos mais recorrentes. Então, foi realizada uma análise com a finalidade de avaliar quais das 14 abordagens contidas nos 12 estudos priorizados atendiam aos oito requisitos mais recorrentes (Quadro 13). Esta análise foi utilizada também para determinar de quais abordagens poderiam ser extraídas soluções para o atendimento a cada requisito, no processo de desenvolvimento do método proposto. Um estudo das 14 abordagens foi realizado em busca da definição do

método proposto por meio de duas atividades simultâneas: a) seleção das atividades e técnicas que atendiam às lacunas e aos requisitos; e b) definição de um arranjo para a utilização simultânea das atividades e técnicas selecionadas. A realização destas duas atividades deu origem ao método proposto para geração e SPSS que atende tanto às lacunas quanto aos requisitos.

O conjunto de estudos que embasou o método proposto resultou em um conjunto de nove autores, tomados como referências primárias para o método *GSM_SSP*.

Os nomes destes nove autores constam do Quadro 43, o qual também indica, para cada um deles: a) o *h-index*; b) as quantidades totais de publicações; c) quantidades de publicações com contribuições relevantes para a pesquisa de SPSS; e d) as publicações com contribuições relevantes para a pesquisa de SPSS.

QUADRO 43 – PUBLICAÇÕES COM CONTRIBUIÇÕES PARA A PESQUISA DE SPSS POR PARTE DOS AUTORES TOMADOS COMO PRINCIPAIS. ELABORADO PELO AUTOR.

Autores (em ordem de h-index)			Número de publicações		Publicações com contribuições para SPSS (em ordem cronológica)
Sobrenome	Nome	<i>h-index</i>	Total	SPSS	
1. Antony	Jiju	58	392	11	1. Antony e Coronado (2001) 2. Coronado e Antony (2002) Antony e Banuelas (2002) 3. Antony e Fergusson (2004) 4. Antony <i>et al.</i> (2007) 5. Su e Chou (2008) 6. Kumar <i>et al.</i> (2009) 7. Ray e Das (2009) 8. Ray e Das (2010) 9. Kornfeld e Kara (2011) 10. Ray <i>et al.</i> (2012) 11. Marriot <i>et al.</i> (2013) 12. Kornfeld e Kara (2013) 13. Kirkham <i>et al.</i> (2014) 14. Ribeiro de Jesus <i>et al.</i> (2016)
2. Cho	Byung Rae	31	197	2	
3. Kara	Sami	30	171	2	
4. Kumar	Maneesh	22	41	2	
5. Das	Prasun	13	73	3	
6. Kornfeld	Bernard J.	6	18	2	
7. Chou	Chia-Jen	5	10	1	
8. Su	Chao-Ton	-	151	1	
9. Ray	Sanjit	-	11	3	

Nota: *h-index* é um índice que serve para quantificar a produtividade e o impacto de pesquisadores com base nos seus artigos mais citados.

Deste modo, foram identificadas 14 publicações com contribuições pertinentes para a pesquisa de seleção de projetos seis sigma envolvendo os nove autores tomados como principais.

4.5. FASE 5 – PESQUISA-AÇÃO

O método de pesquisa-ação foi selecionado para aplicar a solução preliminar em um ambiente real e avaliar os resultados desta aplicação. O método *GSM_SSP* preliminar para geração de seleção de projetos foi aplicado em uma empresa do segmento metal-mecânico localizada no interior do estado de São Paulo para responder à questão da pesquisa. O Quadro 44 apresenta as dez características fundamentais da pesquisa-ação de acordo com Gummesson (2000) e também descreve como esta pesquisa-ação atendeu a cada uma dessas características, utilizando termos do estudo de Couglan e Coughlan (2002).

Baseado na classificação de Chein *et al.* (1948), a pesquisa-ação descrita nesta dissertação se enquadra como participativa, uma vez que é caracterizada pelo desenvolvimento em situações reais, junto aos integrantes da pesquisa, onde se busca investigar um processo e resolver um problema, por meio de novas ferramentas de gestão, difusão de conhecimento e mudança cultural.

O planejamento dos ciclos de condução da pesquisa-ação considerou duas modalidades de ciclos, sendo, o primeiro tipo, aqui denominado ciclo abrangente, e o segundo tipo, denominados pequenos ciclos, realizados para partes específicas do trabalho (MIGUEL CAUCHICK, 2011). Enquanto, por um lado, o ciclo abrangente foi aquele formado pelo conjunto de etapas que compõem o método proposto para geração e SPSS, por outro lado, os pequenos ciclos, representados na Figura 11, correspondem a cada uma das etapas do mesmo método *GSM_SSP*. Esta pesquisa-ação foi planejada para ser realizada em, no mínimo um ciclo abrangente (composto pelo conjunto dos 10 pequenos ciclos). A necessidade de mais ciclos foi definida por meio de avaliação dos resultados ao final de cada ciclo atendendo as condições indicadas por Thiollent (2003), que argumenta que a pesquisa-ação pode ser realizada em um ciclo único ou, alternativamente, pode ser dividida em ciclos menores que representem objetivos específicos.

QUADRO 44 – CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA-AÇÃO. ADAPTADO DE GUMMESSON (2000).

10 Características (Gummesson, 2000)	Como a pesquisa atendeu à característica
(1) O pesquisador-ação exerce a ação	O pesquisador atuou diretamente junto aos participantes designados pela empresa selecionada como unidade de pesquisa.
(2) Sempre envolve dois objetivos	O problema a ser resolvido no caso foi a geração e SPSS. O pesquisador manteve posicionamento reflexivo sobre os acontecimentos visando contribuir para a pesquisa de geração e SPSS.
(3) Ser interativa	As atividades foram realizadas em clima de cooperação entre o pesquisador e os participantes da empresa, estimulado pelo entendimento comum em relação à existência de benefícios mútuos. Ajustes foram realizados a fim de contemplar as especificidades do contexto no qual a empresa estava inserida.
(4) Desenvolver uma visão holística	Ao invés de se concentrar apenas nos dois objetivos, o pesquisador buscou manter uma visão ampla da organização e de seu funcionamento.
(5) Trabalha fundamentalmente com mudança.	Como mecanismos para promover a mudança cultural foram realizados treinamentos, workshops, reuniões de <i>feedback</i> , desenvolvimento conjunto de critérios de avaliação para cada uma das etapas do método proposto.
(6) Requer entendimento sobre a estrutura de ética, valores e normas de conduta.	O modo de trabalhar do pesquisador em conjunto com os participantes preservou sempre a ética, valores e normas, adotando relacionamento autêntico e sempre conduzindo as atividades em conformidade com o planejamento definido de comum acordo, fortalecendo assim a relação de confiança entre as partes.
(7) Pesquisa-ação pode incluir todos os tipos de métodos de coleta de dados	Foram utilizadas diversas técnicas para coleta de dados, os quais foram ponderados com os participantes e integrados dentro da pesquisa-ação. O pesquisador procurou manter-se atento aos desdobramentos advindos da realização de coleta de dados.
(8) Requer um amplo pré-entendimento do ambiente corporativo.	A empresa selecionada como unidade de análise foi previamente caracterizada visando familiarização com seu pessoal, com seus produtos, processos, recursos físicos, clientes, mercados, oportunidades e ameaças, sistemas operacionais e dinâmica de operações.
(9) Deve ser conduzida em tempo real sendo aceitável como retrospectiva.	Na presente pesquisa foi utilizado o método convencional de pesquisa-ação.
(10) Requer seu próprio critério de qualidade.	A pesquisa-ação foi conduzida buscando-se: a) refletir a cooperação entre o pesquisador e os participantes; b) reflexão orientada para um problema prático; c) reflexão constante como parte do processo de melhoria e mudança organizacional; d) incluir a pluralidade de entendimento; e) incluir proposições práticas; f) ser um projeto significativo; g) resultar em mudança sustentável.

Nota-se que essa pesquisa atende às dez características apontadas por Gummesson (2000).

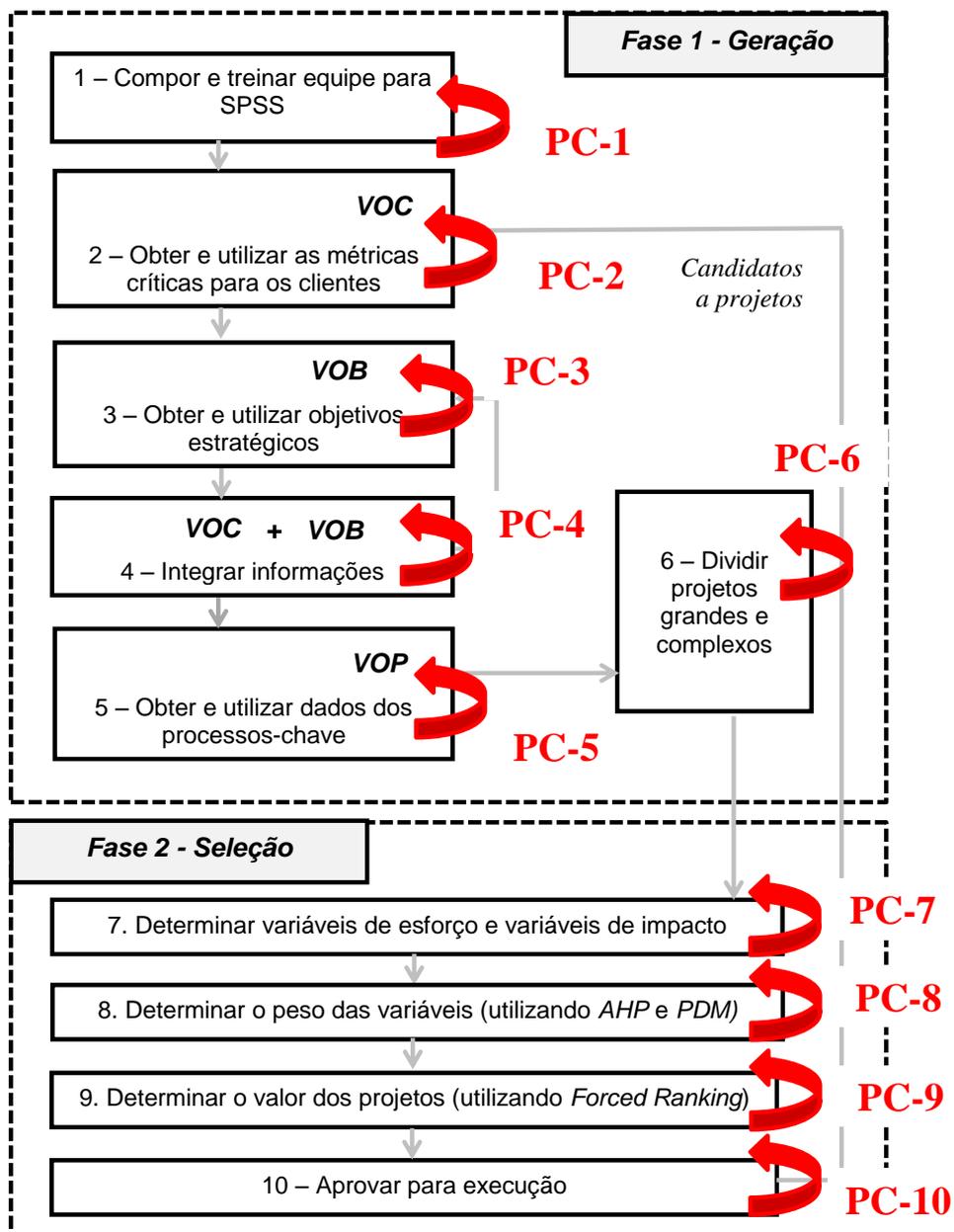
Nessa pesquisa-ação, aplicou-se o método *GSM_SSP*, que é composto por duas fases (geração e seleção) e 10 etapas. Para cada etapa foi realizado um pequeno ciclo de pesquisa-ação. Cada um dos pequenos ciclos de pesquisa-ação foi executado conforme os seis passos (coleta de dados, realimentação dos dados, análise dos dados, plano de ação, implantação e avaliação) propostos por Coughlan e Coughlan (2002).

Na Figura 11, a indicação PC1 significa “Pequeno Ciclo número 1”, correspondente à execução da primeira etapa do método, no caso, compor e treinar a equipe. Em caso de resultados positivos, o segundo pequeno ciclo (PC2) será iniciado, caso contrário o primeiro pequeno ciclo PC1 será repetido.

Para cada uma das etapas seguintes foi mantido o mesmo procedimento, sequencialmente, até que a última etapa do método *GSM_SSP* fosse implementada.

Essa pesquisa-ação foi executada em 11 ciclos, cada um deles correspondentes a cada uma das 10 etapas originais do método *GSM_SSP*. Entretanto, uma das etapas (a primeira), foi intencionalmente desdobrada em duas etapas, tornando-se, deste modo, dois ciclos, totalizando-se, assim, 11 ciclos.

O monitoramento ocorreu por entre todos os ciclos (Coughlan e Coughlan, 2002). A operacionalização do monitoramento foi feita por meio de reuniões entre o pesquisador e os participantes da organização. Nas reuniões de monitoramento foram realizadas reflexões e discussões a respeito do trabalho em andamento: os dados coletados, as análises realizadas, os resultados parciais, em busca de oportunidades para aprendizado. Os resultados do monitoramento foram registrados no diário de pesquisa, com formato apresentado no Quadro 45.



Nota (1). PC → pequeno ciclo.

Nota (2). As setas ascendentes em curva representam os pequenos ciclos de pesquisa-ação, sendo cada um deles conduzido para cada etapa do método.

FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO DOS PEQUENOS CICLOS DA PESQUISA-AÇÃO. ELABORADO PELO AUTOR.

QUADRO 45 – FORMULÁRIO DO DIÁRIO DE PESQUISA – F-11. ELABORADO PELO AUTOR.

DIÁRIO DE PESQUISA – F-11		
Data do registro:		
Classificação: 1 – Insatisfatório; 2 - Regular; 3 – Satisfatório.		
Etapa (do método):		
Ação (do método):		
Forma de coleta de dados:		
Participantes	Class	Sugestões e críticas
Participante 1		
Participante 2		
Participante 3		
Participante 4		
Impressões do pesquisador:		

Nota: Class significa classificação

Os critérios para a seleção da unidade de análise foram estabelecidos com base na questão da pesquisa e nos problemas a serem solucionados, identificados pela revisão da literatura. Os critérios utilizados para seleção da unidade propostos foram: a) estar localizada no estado de São Paulo; b) estar interessada em iniciar a implementação da iniciativa seis sigma ou com implementação em andamento, com interesse em melhorar os resultados do programa seis sigma por meio da utilização de um processo estruturado de SPSS; c) sua direção (ou pelo menos a gerência) estar disposta a participar nas atividades de seleção de projetos; d) sua direção (ou gerência) estar disposta a dedicar-se e a compartilhar as informações necessárias à implantação do método incluindo a utilização das técnicas previstas (por exemplo, *AHP*); e) empresa que tenha seus objetivos estratégicos já definidos; f) sua direção estar disposta a repetir os ciclos de pesquisa-ação quantas vezes sejam necessárias para se obter o objetivo da pesquisa.

As principais técnicas de coleta de dados utilizadas foram sondagens por meio de questionamentos aos participantes e a análise de documentos escritos. Visando a redução do viés, a coleta de dados foi planejada e realizada, para quase todos os dados, por meio da utilização de mais de uma técnica de coleta, incluindo interpretações de dados operacionais, entrevistas coletivas nos locais de trabalho e observação participante. Os dados foram coletados em conjunto, envolvendo participantes da empresa e o pesquisador. A observação

participante é a interação total do pesquisador com o grupo, com o intuito de ganhar a confiança deles e fazer os indivíduos entenderem a importância da investigação. Informações foram obtidas por meio de observações, discussões e entrevistas, priorizando o envolvimento ativo no dia a dia dos processos organizacionais relacionados com o projeto de pesquisa-ação, considerando eventos formais e informais.

Em conjunto com a equipe integrante da unidade de análise, o pesquisador, ao longo da pesquisa, analisou os dados obtidos. Ao final de cada análise a equipe atualizou planos de ação com as recomendações, indicando responsáveis pela implantação das ações, bem como prazo para tal. As recomendações foram elaboradas em conjunto pela equipe integrante da unidade de análise e o pesquisador. A implantação das ações partiu dos participantes da organização atuando o pesquisador como facilitador para a realização das mudanças. Foram utilizadas duas diferentes modalidades de plano de ação:

- (1) Plano de ação do pesquisador, referente às ações de melhoria identificadas quanto ao método proposto. As ações desta modalidade de plano receberam a prioridade de acompanhamento pelo pesquisador e foram implementadas dentro do prazo desta pesquisa. Objetivo: melhorar o método *GSM_SSP*.
- (2) Plano de ação da empresa, referente às demais ações identificadas com potencial de aperfeiçoar os resultados da implementação do método em relação à empresa que poderiam ser concluídas até o último ciclo da pesquisa-ação ou não, dependendo dos recursos da empresa. Objetivo: melhorar as condições para as futuras aplicações do método *GSM_SSP*.

As duas modalidades de planos de ação foram elaboradas utilizando o formato indicado no Quadro 46.

QUADRO 46 – FORMATO PARA PLANO DE AÇÃO – F-12 – ELABORADO PELO AUTOR.

PLANO DE AÇÃO – F-12				
Modalidade: 1) Do pesquisador; 2) Da empresa.				
Data da emissão/ revisão:				
Assunto	Ação	Responsável	Prazo	Comentário

Nesta pesquisa-ação os critérios para a avaliação dos ciclos foram elaborados com os participantes. Esta pesquisa explorou a interação entre diferentes áreas. Em primeiro lugar o tema está localizado entre as áreas de gerenciamento de projetos e seis sigma.

Temas complementares foram sendo acrescentados ao longo da pesquisa, acompanhando a dinâmica da situação real. Alguns dos temas que foram alvo de pesquisa complementar durante esta pesquisa-ação foram: a) métodos de apoio à tomada de decisão, principalmente *AHP*; b) limitações do *AHP*; c) métodos para tratar resultados do *AHP* para decisão em grupo.

Os resultados colhidos foram avaliados, organizados e apresentados, compondo assim o material de resultados e discussões para as conclusões da pesquisa. O pesquisador elaborou a narrativa da pesquisa realizando uma redução dos dados para torná-los apresentáveis e facilitar sua análise e posterior discussão, por meio da elaboração de um quadro-resumo, utilizando-se o formato proposto por Turrione e Mello (2012) (Quadro 47).

QUADRO 47 – FORMATO PARA QUADRO-RESUMO DA PESQUISA-AÇÃO. FONTE: TURRIONE E MELLO, 2012, P. 162

QUADRO-RESUMO PARA A PESQUISA-AÇÃO – F-13						
Ciclos	Período	Fase da pesquisa	Critérios de avaliação	Atividades executadas	Avaliação	Melhoria e aprendizagem

O delineamento da pesquisa é apresentado no Quadro 48.

QUADRO 48 – DELINEAMENTO DA PESQUISA. ADAPTADO DE CAUCHICK MIGUEL (2011)

Aspecto analisado	Conceito e práticas
Abordagem	Pesquisa-ação com pelo menos um ciclo abrangente que, por sua vez, será composto por pequenos ciclos, sendo cada um desses correspondentes às etapas do método proposto para geração e SPSS (nota 1).
Propósito	Proposição de um método para a geração e SPSS.
Objeto de análise	Empresa do setor metal-mecânico, produtora de fixadores especiais para ramo de energias renováveis (eólica), autopeças e máquinas e equipamentos.
Tipologia dos dados	Tipicamente qualitativos, uso limitado de dados quantitativos.
Coleta de dados	Utilização de um conjunto de métodos abrangendo: observação participante, sondagens por meio de questionamentos aos participantes, interpretação de dados operacionais, análise de documentos escritos, entrevistas coletivas em locais de trabalho.
Análise de dados	Interpretação de dados qualitativos; reflexão com base nas anotações do diário de pesquisa.
Qualidade e validade da pesquisa	Foram utilizadas as seguintes táticas para aumentar a validade do estudo: a) múltiplas fontes de evidência; b) revisão de rascunho do relatório por pessoas chave; c) triangulação de fontes de dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é descrita a aplicação da pesquisa-ação, incluindo a fase preliminar e os ciclos de condução da pesquisa-ação com os seus resultados. O método proposto foi aplicado por meio de sua aplicação em uma indústria metal-mecânica nacional, líder na fabricação de fixadores para aero geradores de energia eólica, localizada no interior do estado de São Paulo. Os dados utilizados nesta pesquisa-ação foram baseados nos registros de acompanhamento das atividades desenvolvidas durante a aplicação do método de geração e SPSS na unidade de análise selecionada, incluindo as análises realizadas em conjunto pelos pesquisadores e equipe participante designada pela empresa.

Em primeiro lugar é apresentado o perfil da empresa na qual a pesquisa foi realizada e algumas de suas características, incluindo sua estrutura organizacional, histórico e posição no mercado de fixadores para aero geradores eólicos. Em segundo lugar é apresentada a fase preliminar, na qual o contexto e o propósito são estabelecidos por meio de atividades realizadas com a participação da equipe designada pela empresa. Ainda na fase preliminar, é descrita a definição da estrutura conceitual-teórica, a seleção de técnicas de coleta de dados. Posteriormente, são descritos os ciclos de condução da pesquisa-ação coincidentes com as etapas do método *GSM_SSP*. Finalmente os resultados são discutidos resgatando-se os objetivos da pesquisa.

5.1. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA-AÇÃO

5.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE

A empresa pesquisada é a uma empresa nacional, fundada em 1989 e que desenvolve soluções em fixação customizadas para diversos tipos de projetos e variados segmentos de indústria. A empresa é detentora de cerca de 60% do mercado nacional de componentes de fixação para aero geradores de energia

eólica. No momento, a unidade de análise está orientada para a fabricação de parafusos, prisioneiros, porcas e arruelas especiais para três ramos principais: energias renováveis (eólica), autopeças e máquinas e equipamentos. A empresa ocupa uma área de 18.500 m² em uma cidade do interior do estado de São Paulo. A empresa mantém sistemas de gestão certificados incluindo sistema de gestão da qualidade *ISO 9001* (desde 2001), *ISO/TS (International Organization for Standardization/Technical Specification) 16.949* (desde 2006) e sistema de gestão ambiental *ISO 14.000* (desde 2007).

Durante este período, a empresa tem fornecido exclusivamente para o mercado nacional, abrangendo todas as regiões do país. O fundador iniciou a empresa com o objetivo de produzir e fornecer fixadores especiais para o mercado automotivo. Em 2015, a empresa optou por priorizar o atendimento ao segmento de energia eólica. Com a mudança do perfil de automotivo para eólico, surgiu a necessidade de internar um processo que era terceirizado: o processo de tratamento superficial anticorrosivo. Na ocasião a empresa optou por realizar investimento em equipamentos para tratamento superficial. Além disso, com a internação destes processos, optou-se pela criação de uma nova coordenação. Esta mudança foi feita para melhorar as condições para o gerenciamento do processo de tratamento superficial anticorrosivo.

Os processos de fabricação incluem estampagem a frio, forjaria, usinagem e tratamento superficial. Além disso, os processos de tratamento superficial por galvanização e o tratamento térmico (têmpera) são terceirizados.

Desde 2015, a empresa se tornou capacitada a oferecer produtos para os principais fabricantes de aero geradores localizadas no Brasil. Dois anos após o início do fornecimento ao primeiro e ainda atual cliente do ramo eólico, em 2015, a empresa vem desenvolvendo novos clientes deste ramo ano a ano.

Um dos principais fatores de sucesso da atuação da empresa no ramo eólico é a alta qualidade de seus produtos, onde se destaca o resultado de zero defeito externo desde o início de fornecimento para todos os atuais clientes do ramo (2015). Por outro lado, verifica-se a entrada de competidores globais no mercado

nacional criando um cenário de competição por preços. No momento a unidade de análise supre quatro fabricantes de aero geradores, tanto para pás quanto para base de torres eólicas.

Diante deste cenário, a diretoria da empresa entendeu que era necessário desenvolver estratégias e projetos para assegurar as condições para enfrentar, com sucesso, a competição acirrada por preços mantendo-se o alto padrão de qualidade de produto. Para chegar a este objetivo, a diretoria identificou a necessidade de implementar metodologias destinadas à melhoria de seus processos de fabricação, dentre os quais a iniciativa seis sigma. Para aumentar as chances de sucesso da implantação da iniciativa seis sigma, assegurando deste modo o melhor direcionamento dos recursos existentes na organização, a empresa entendeu como sendo importante a utilização de um processo apropriado para gerar e selecionar os projetos seis sigma a serem executados.

Dado o objetivo de manter a significativa participação no mercado de fixadores especiais para o segmento eólico, e também considerando a oportunidade de ampliação desta participação por meio de novos clientes, a empresa optou em concentrar a aplicação do método de geração e SPSS na linha de fabricação de prisioneiros para o segmento eólico.

O comprometimento da empresa foi um fator crítico de sucesso da pesquisa. Uma vez que a empresa identificou um grande alinhamento do tema da pesquisa com as necessidades estratégicas da empresa, ela disponibilizou seus recursos para a realização das atividades requeridas pela pesquisa. O comprometimento foi caracterizado por diversos meios:

- Participação do diretor geral desde o início até o final da pesquisa, incluindo-se como parte da equipe de decisão, com atuação no monitoramento dos ciclos;
- Criação de uma equipe de decisão multifuncional, composta por gestores dos três processos de apoio para a realização do produto (qualidade, engenharia e planejamento e controle da produção);

- Extensão do treinamento aos demais gestores e técnicos, além de pessoal operacional selecionado, considerado com destacado potencial de contribuição para a mudança desejada;
- Adequação da velocidade de resposta às demandas colocadas pelo pesquisador visando à realização das etapas do método proposto;
- Identificação de oportunidades de melhoria para o método *GSM_SSP*;
- Assiduidade e pontualidade nos treinamentos e reuniões programadas;
- Disponibilidade para fornecer respostas quando abordados pelo pesquisador, mesmo sem agendamento;
- Participação na realização das análises, avaliações e monitoramentos requeridos nos ciclos de pesquisa-ação e,
- Permissão para livre acesso do pesquisador às informações, às decisões e às dependências da empresa durante todo o período de realização da pesquisa de modo que este pudesse participar do dia a dia da empresa, conforme requer a pesquisa-ação.

5.1.2. PASSO PRELIMINAR

Para determinar a justificativa da ação, a equipe de decisão foi convocada para uma reunião para este fim. Foi utilizada a técnica de entrevista coletiva com lançamento de duas perguntas: a) por que o projeto é necessário/desejável? b) Quais são as forças que estariam impulsionando a necessidade desta ação?

Os membros-chave da empresa foram orientados a considerar as forças econômicas, políticas, sociais e técnicas presentes no cenário das atividades da empresa. Em resposta a este questionamento a equipe de decisão relevou o entendimento comum de que o cenário no qual a empresa se encontra é caracterizado por competição acirrada e requisitos de clientes abrangendo prazos curtos, padrão de qualidade rígido, e preços baixos. Além disso, no curto prazo está prevista a finalização de projetos de alguns clientes, sem

correspondente garantia de entrada de um volume congruente de novos projetos, causando uma redução da carteira futura. Diante deste cenário o prognóstico era de queda de faturamento e queda de rentabilidade com concentração de faturamento em um número menor de clientes e projetos.

Expectativa número 1 da empresa: que o desenvolvimento desta pesquisa possibilite que a companhia gere e selecione os projetos seis sigma, com os quais dará início à implementação da iniciativa seis sigma, focalizando a linha de fabricação de prisioneiros para pás, torres e bases eólicas (confirmar/detalhar) de modo a melhor se posicionar no cenário descrito.

Expectativa número 2 da empresa: que o desenvolvimento desta pesquisa contribua para aumentar o conhecimento dos funcionários da empresa relacionado à melhoria de processos. Espera-se, deste modo, que ocorra, durante o projeto, algum aumento na capacitação da equipe para a percepção de problemas e de sua redução por meio da geração, seleção e execução de projetos de melhoria contínua, seja pela modalidade seis sigma ou outras modalidades, como, por exemplo, *lean manufacturing*.

Os ciclos de condução da pesquisa-ação foram realizados em um período de quatro meses consecutivos, compreendido entre agosto e novembro de 2017, conforme o cronograma (Quadro 49). Esta pesquisa-ação foi conduzida por meio de um ciclo abrangente único, composto por 11 pequenos ciclos, considerados pelo pesquisador e pelos participantes como suficientes para se obter os objetivos definidos previamente, de comum acordo entre participantes e pesquisador.

Nota-se, no Quadro 49, que quatro ciclos foram repetidos: a) compor equipe; b) treinar equipe; c) obter e utilizar os dados dos processos-chave; e d) determinar o peso das variáveis.

QUADRO 49 – CRONOGRAMA DA PESQUISA-AÇÃO. ELABORADO PELO AUTOR.

Meses	Agosto				Setembro				Outubro				Novembro			
	1-4	7-11	14-18	21-25	28-1	4-8	11-15	18-22	25-29	2-6	9-13	16-20	23-27	30-3	6-10	13-17
Semanas (dias)	1A	1B	2A	2A	3	4	5	6A	6B	7	8	9A	9B	9C	10	11
Ciclo 1: Compor equipe de decisão																
Ciclo 2: Treinar equipe de decisão																
Ciclo 3: Obter e utilizar as métricas críticas para os clientes (VOC)																
Ciclo 4: Obter e utilizar os objetivos estratégicos (VOB)																
Ciclo 5: Integrar as informações (VOC e VOB)																
Ciclo 6: Obter e utilizar dados de processos-chave (VOP)																
Ciclo 7: Dividir os projetos grandes e complexos																
Ciclo 8: Determinar as variáveis (de esforço e de impacto)																
Ciclo 9: Determinar o peso das variáveis utilizando AHP e PDM																
Ciclo 10: Determinar o valor dos projetos utilizando Forced Ranking																
Ciclo 11: Aprovar para execução																

PFQUENOS CICLOS

Ciclos originais	
Repetições de ciclos	

Todo o conjunto de atividades contido nos 11 ciclos incluindo as repetições foi desenvolvido em um total de 31 visitas em dias não consecutivos, nos quais o pesquisador atuou na empresa, seja guiando os ciclos de pesquisa-ação seja participando no dia a dia da empresa. Foram realizadas duas visitas por semana, em média, ao longo de um período de 16 semanas compreendido entre 3 de agosto e 17 de novembro de 2017 conforme relatado em diários de pesquisa.

A descrição de cada um dos ciclos de condução da pesquisa-ação foi feita de modo a evidenciar a presença de cada um dos seis passos de cada ciclo, quais sejam: coleta de dados, retroalimentação de dados, análise de dados, planejamento de ações, implementação e avaliação.

Desenvolvimento e validação dos critérios para avaliação

Antes de dar início ao primeiro ciclo de pesquisa-ação, o pesquisador utilizou uma reunião regular do diretor com os membros da gerência da empresa para desenvolver e validar os critérios para avaliação dos resultados dos ciclos. Para isso, o pesquisador orientou os participantes que os critérios a serem definidos seriam utilizados no passo avaliação, em cada um dos ciclos, para determinar se as ações implementadas e seus resultados tiveram sucesso.

Baseado na exposição feita pelo pesquisador percebeu-se a necessidade de desenvolver diferentes modalidades de critérios de avaliação. Assim, foram definidas quatro modalidades de critérios de avaliação (Quadro 50): a) critérios gerais para avaliar os pequenos ciclos, aplicáveis a todas as etapas do método *GSM_SSP*; b) critérios específicos para avaliar os pequenos ciclos, aplicáveis a cada uma das etapas do método *GSM_SSP*; c) critérios para avaliar cada ciclo abrangente quanto ao alcance do objetivo técnico (referente à solução do problema prático central da pesquisa, no caso, o problema da geração e SPSS pela unidade de análise; d) critérios para avaliar cada ciclo abrangente quanto ao alcance do objetivo científico (referente ao aumento da base de conhecimento).

QUADRO 50 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS CICLOS DA PESQUISA-AÇÃO – ELABORADO PELO AUTOR E PARTICIPANTES

<p>Modalidade 1 → 5 Critérios gerais para avaliar os pequenos ciclos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Devem existir fontes acessíveis para os dados e informações requeridas; 2. A qualidade dos dados e informações deve ter sido considerada satisfatória; 3. Os eventuais obstáculos e dificuldades devem ter sido relatados, discutidos e transpostos por meio de soluções definidas com os participantes da empresa; 4. As diretrizes para aplicação do método devem ter sido avaliadas pelos participantes como sendo de complexidade baixa ou, no máximo, moderada (nestes casos indicando pontos ou ações para simplificações); 5. As diretrizes originais do método (com ou sem aprendizados) devem ter sido suficientes para atingir o objetivo da etapa.
<p>Modalidade 2 → Critérios específicos para cada etapa do método GSM_SSP</p>	<p>Etapa 1 → Compor e Treinar a equipe para SPSS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participação da direção/gerência no treinamento e na equipe de decisão; • Representatividade das áreas da empresa na equipe; • Assimilação inicial das diretrizes do método GSM_SSP considerada satisfatória. <p>Etapa 2 → Obter e utilizar as métricas críticas para os clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificação das principais áreas de insatisfação dos clientes a partir das métricas críticas e seus respectivos status em relação aos clientes e produtos principais. <p>Etapa 3 → Obter e utilizar os objetivos estratégicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinação dos assuntos críticos para o negócio. <p>Etapa 4 → Integrar as informações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de métricas críticas para os clientes e assuntos críticos para o negócio integradas. <p>Etapa 5 → Obter e utilizar os dados dos processos-chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geração de um conjunto de candidatos a projetos que, do ponto de vista dos participantes, corresponda às necessidades da unidade de análise utilizando-se dados dos processos-chave. <p>Etapa 6 → Dividir os projetos grandes e complexos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lista de candidatos a projetos já examinados quanto à necessidade de divisão. <p>Etapa 7 → Determinar as variáveis de esforço e variáveis de impacto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variáveis de esforço e de impacto determinadas de comum acordo entre os participantes como representantes das necessidades da unidade de análise. <p>Etapa 8 → Determinar o peso das variáveis (utilizando AHP e PDM)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesos de cada variável determinadas com consistência aceitável → < 0,1 (SAATY, 1980) ou < 0,2 (MARTENS; CARVALHO, 2017). <p>Etapa 9 → Determinar o valor dos projetos utilizando <i>Forced Ranking</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor de cada projeto determinado. <p>Etapa 10 → Aprovar para execução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição sobre quantos e quais projetos serão executados.
<p>Critérios de avaliação para os ciclos abrangentes (para medir se os objetivos da pesquisa foram alcançados)</p>	<p>Modalidade 3 → Critérios para o objetivo técnico</p> <p>Modalidade 4 → Critérios para o objetivo científico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicabilidade do método no ambiente da empresa; 2. Fornecimento de resposta à questão da pesquisa; 3. Estruturação e descrição do referencial teórico; 4. <i>Feedback</i> em relação ao método proposto em relação a sua efetividade; facilidade de entendimento, facilidade de aplicação; capacidade para gerar e priorizar projetos seis sigma relevantes para a unidade de análise; 5. Conhecimentos obtidos pelo fato de utilizar método pesquisa-ação (real contribuição da pesquisa-ação ao projeto) → aprendizados a partir dos participantes.

Uma vez validados os critérios de avaliação dos ciclos, logo em seguida, foram realizadas duas determinações, de comum acordo entre o pesquisador e a equipe de decisão: a) a determinação da autoridade para o projeto de pesquisa-ação; b) o estabelecimento de uma agenda para a realização de cada um dos ciclos previstos. O pesquisador foi então estabelecido como sendo a autoridade para o projeto de pesquisa-ação.

5.1.3. COMPOR EQUIPE: PEQUENO CICLO 1

O ciclo referente a essa etapa do método foi repetido. Descreve-se a seguir o ciclo original da etapa (PC-1A) e, posteriormente, o ciclo repetido (PC-1B).

PC-1A – Primeira tentativa de compor a equipe

Visando um melhor desenvolvimento da etapa compor e treinar a equipe, optou-se, de comum acordo com os participantes, por desdobrá-la em duas etapas distintas e por realizar ciclos distintos para cada uma delas. Deste modo, o primeiro ciclo foi destinado apenas à composição da equipe de decisão. A equipe de decisão que estava, naquele momento, por ser composta, viria a participar, nas etapas seguintes, de modo cooperativo com o pesquisador, na condução da pesquisa, por meio da execução do conjunto dos seis passos (coleta de dados, retroalimentação dos dados, análise de dados, elaboração do plano de ação, implantação das ações e avaliação) para cada etapa do método *GSM_SSP*.

Coleta e realimentação dos dados: Os dados coletados foram: a) estrutura organizacional; b) macro fluxo dos processos da empresa; e c) fluxograma das etapas do processo de fabricação da linha de produto focalizada: prisioneiros para aplicação em pás, bases e torres eólicas. A fonte única de todos estes dados foi o sistema de gestão da empresa. Estes dados foram coletados por iniciativa do diretor geral, por meio do seu pessoal de suporte, e foram disponibilizados na forma original, para análise conjunta, diretor e pesquisador, visando à composição da equipe de decisão.

A Figura 12 apresenta o fluxograma dos processos de fabricação de prisioneiros para aplicação em pás, bases e torres eólicas.

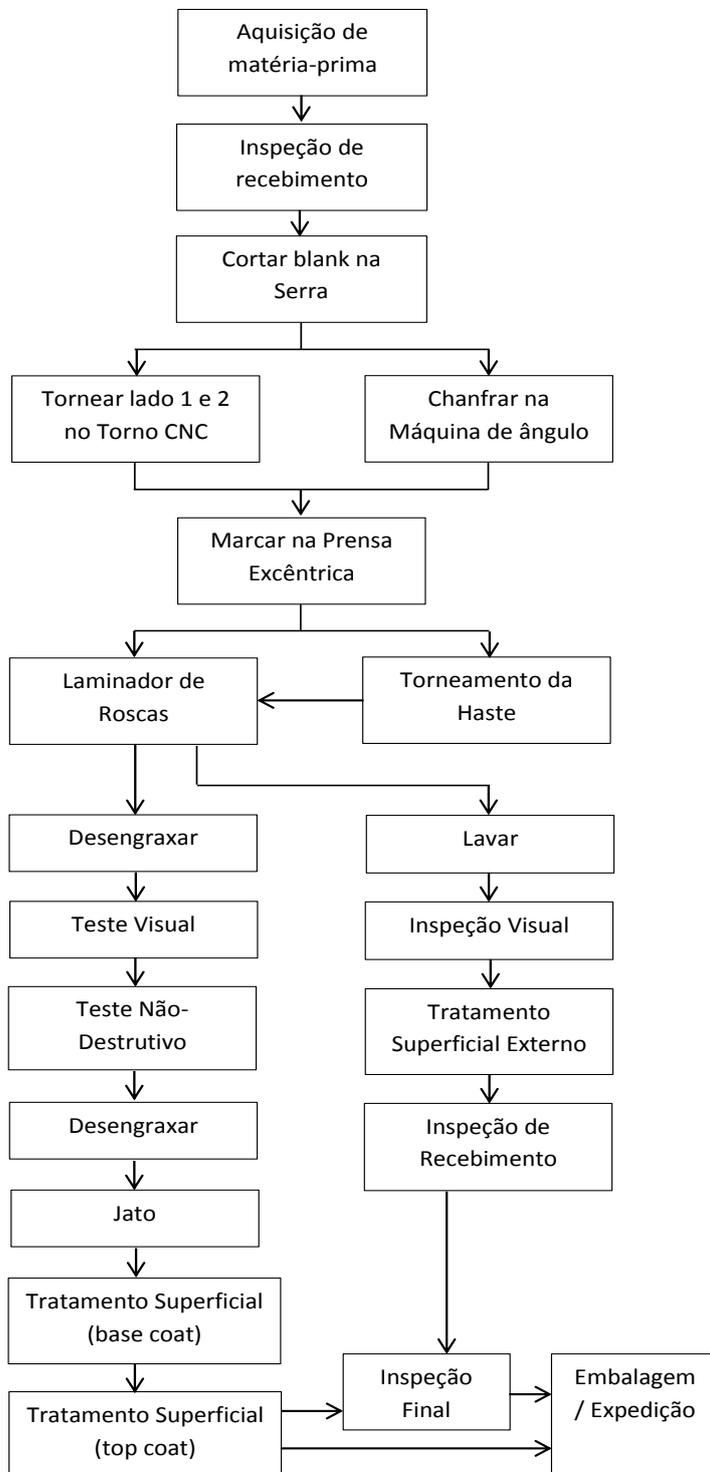


FIGURA 12 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PRISIONEIROS. ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE INFORMAÇÕES COLHIDAS NA EMPRESA.

Análise dos dados: Com o pesquisador, o diretor geral realizou a análise dos dados, quando foi estabelecida uma diretriz: a equipe de decisão deveria ser composta por gestores das áreas de qualidade e de logística e por um integrante da engenharia. Além disso, o próprio diretor geral, convidado pelo pesquisador, aceitou a missão de liderar a equipe de decisão. O entendimento comum foi o de que a sua liderança potencializaria o comprometimento dos demais integrantes, permitiria a representação dos departamentos financeiro e administrativo e iria assegurar a geração e seleção de projetos estrategicamente atualizados. De modo similar, entendeu-se, que a função assistência técnica seria representada pela coordenação da qualidade, e que a função de planejamento seria exercida pela coordenação da logística.

Planejamento e implementação das ações: A ação realizada foi a composição da equipe de decisão, utilizando as diretrizes propostas pelo roteiro do método *GSM_SSP*, considerando-se o objetivo da empresa em promover o desenvolvimento integrado dos processos indicados (qualidade, logística e engenharia) além de, gerar e selecionar projetos seis sigma dos quais se esperavam contribuições para os resultados operacionais.

Após a designação da equipe de decisão foi realizada a primeira reunião dos seus membros, visando comunicar a designação e reforçar a missão da equipe em relação a esta pesquisa-ação. O diretor geral propôs que a equipe fosse composta por quatro membros: diretor geral, coordenador da qualidade, coordenador de logística, analista de engenharia.

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo foi obter a composição de uma equipe de decisão para assumir a responsabilidade, juntamente com o pesquisador, pela condução da pesquisa-ação, por meio de um ou mais ciclos para cada uma das 10 etapas do método *GSM_SSP*, incluindo as tomadas de decisões relacionadas à geração e seleção de projetos e o monitoramento dos seis passos de cada ciclo. Para a avaliação do ciclo, foram aplicados os cinco critérios gerais (modalidade 1) e os dois critérios da modalidade 2 aplicáveis a presente etapa: participação da direção/gerência na equipe e representatividade das áreas da empresa na equipe (Quadro 50). Os dois critérios da modalidade 2

foram atendidos, porém, um dos cinco critérios da modalidade 1 não foi atendido, uma vez que os membros da equipe de decisão recém-composta, após refletirem sobre a composição da equipe designada, consideraram que as diretrizes originais do método não foram suficientes para atingir o objetivo da etapa, já que a equipe então designada foi considerada incompleta pelos membros designados. Deste modo decidiu-se por repetir o ciclo visando complementar a equipe de decisão.

PC-1B – Segunda tentativa de compor a equipe

A repetição do ciclo teve início com a revisão dos mesmos dados coletados (estrutura organizacional, macro fluxo do processo e fluxograma de fabricação de prisioneiros), os quais foram criticamente analisados, desta vez por todos os membros da equipe de decisão, em reunião de trabalho específica para este fim. Em seguida, na mesma reunião, o pesquisador, atuando como facilitador, deu início a um processo de discussão no qual todos participaram colaborativamente. O pesquisador buscou promover a livre manifestação do entendimento de cada um dos membros em relação à composição proposta para a equipe. No decorrer da reunião, o pesquisador foi solicitando que os membros da equipe colocassem o entendimento quanto às ponderações dos demais membros e foi registrando os comentários a vista de todos procurando mapear os eventuais pontos de convergência e de divergência. Ao final das discussões o pesquisador apresentou e ajustou a síntese do entendimento da equipe: a) de forma unânime, observou-se que os processos representados na equipe (logística, engenharia e qualidade) são vizinhos e estão no centro do macro fluxo dos processos da empresa, com estreita relação com o processo de produção; b) todos os membros recomendaram a inclusão, de, pelo menos, mais um membro na equipe de decisão: o coordenador da linha de tratamento superficial, enumerando uma série de motivos para esta inclusão. Os motivos enumerados foram: a) o tratamento superficial é um setor novo na empresa; b) envolve tecnologia nova no país; c) o processo é gargalo; d) o processo tem grande impacto para a linha de produto prisioneiros (focalizada nesta pesquisa) bem como na satisfação de clientes; e) o coordenador é o profissional da empresa

que detém o maior conhecimento sobre este processo; f) o processo é requerido para cerca de 90% da linha de produto focalizada (prisioneiros para pás, bases e torres eólicas). Além disso, a equipe optou por incluir também, na equipe de decisão, o coordenador da produção das operações de usinagem. O entendimento comum foi de que a presença destes dois novos membros seria positiva na etapa de obtenção e utilização dos dados dos processos-chave, no caso, os processos de fabricação de prisioneiros, os quais envolvem os processos de usinagem e de tratamento superficial.

Deste modo, a repetição do ciclo resultou na reformulação da equipe de decisão, para a inclusão dos dois novos membros: o coordenador de setor da linha de tratamento superficial e o coordenador de processos de usinagem.

A aplicação dos passos da pesquisa-ação proporcionou um aprendizado que resultou em uma modificação do método *GSM_SSP* no tocante a uma de suas diretrizes para composição da equipe.

Aprendizado 1: Foi entendimento comum, entre participantes e pesquisador, que a participação de pessoal responsável pelas operações-chave dos processos priorizados não deve figurar apenas como sendo desejável, conforme originalmente proposto no roteiro do método *GSM_SSP*. No entendimento de todos a participação de pessoal responsável pelas operações--chave dos processos priorizados deve ser mandatória.

Aprendizado 2: Dada a importância percebida da composição da equipe de decisão no desenvolvimento das etapas e para os resultados da aplicação do *GSM_SSP*, foi considerado que a etapa 1, que originalmente incluía tanto a composição da equipe quanto o seu treinamento, deveria ser desmembrada em duas etapas, com critérios de avaliação específicos.

A nova equipe, então reformulada, se reuniu para avaliar o resultado do ciclo repetido. Então, considerou-se que tanto os cinco critérios gerais (modalidade 1) quanto os dois critérios da modalidade 2 aplicáveis a etapa, foram integralmente atendidos, o que resultou em avaliação positiva do resultado tendo sido definido,

por consenso, que o ciclo de pesquisa-ação referente à etapa seguinte do método *GSM_SSP* poderia ser iniciado.

5.1.4. TREINAR EQUIPE: PEQUENO CICLO 2

O ciclo referente a essa etapa do método foi repetido. Assim descreve-se a seguir o ciclo original da etapa (PC-2A) e, posteriormente, o ciclo repetido (PC-2B).

PC-2A – Primeira tentativa de treinar a equipe

Em seguida, foi planejado e conduzido o ciclo correspondente ao treinamento da equipe da empresa visando a sua familiarização com o método *GSM_SSP*, a fim de proporcionar informação quanto às etapas que seriam executadas e, ao mesmo tempo, iniciando o processo de emancipação dos participantes para futura aplicação autônoma do método. As diretrizes do método *GSM_SSP* para treinar a equipe são: a) duração do treinamento (4 horas); e, b) quatro tópicos para o treinamento (a origem do seis sigma e reconhecimento dos benefícios; a importância da seleção dos projetos seis sigma; a importância da participação da alta direção no processo; método *GSM_SSP*: desenho geral, sustentação científica, roteiros e formulários e exemplo de aplicação).

Visando melhor desdobramento da implementação e melhor disseminação das informações, os participantes decidiram que, não apenas os integrantes da equipe de decisão deveriam participar do treinamento, mas também outros funcionários dos quais se previa necessitar suporte no decorrer dos trabalhos, bem como funcionários selecionados por seu comprometimento e potencial destacado, a critério da equipe de decisão.

Coleta e realimentação dos dados: Para efeito deste ciclo de pesquisa-ação tomou-se como dados a serem disponibilizados, durante o treinamento, os conteúdos associados aos quatro tópicos propostos pelo método os quais foram disponibilizados aos participantes por dois meios: a) apresentação em formato

power point abrangendo todos os quatro tópicos; b) envio dos arquivos de treinamento a cada um dos participantes.

Análise dos dados: Os participantes tiveram a oportunidade de realizar a análise das informações compartilhadas durante o treinamento. O pesquisador realizou a apresentação do conteúdo do arquivo, projetando arquivos em formato power point. Durante a explanação de cada um dos tópicos os participantes foram incentivados e tiveram a oportunidade de apresentar dúvidas e comentários. A maioria dos participantes apresentaram comentários e sugestões durante o transcorrer do treinamento, os quais foram registrados pelo pesquisador (no diário de pesquisa) e pelos participantes (no formulário de avaliação proposto pelo pesquisador) visando identificar oportunidades de melhorias e também visando utilização destes comentários no passo de avaliação do ciclo.

Planejamento e implementação das ações: O treinamento foi planejado e realizado em uma turma única, no período da manhã, em dia da semana, em uma sala localizada dentro das dependências da empresa, durante o horário normal de trabalho. Além disso o treinamento foi realizado em seção única com duração de 4 horas (duração proposta) visando cobrir todos os tópicos propostos de uma só vez, buscando favorecer a retenção do conhecimento pelos participantes. Participaram do treinamento todos os membros da equipe de decisão, e ainda o pessoal adicional, incluindo-se analista administrativo de compras, analistas e técnicos da qualidade e da engenharia, coordenador de manutenção, técnicos de manutenção e operadores selecionados. Ao final do treinamento, todos os participantes realizaram uma avaliação formal imediata do treinamento.

Avaliação: No dia seguinte ao treinamento, a equipe de decisão se reuniu para avaliar o resultado do treinamento. O resultado intencional deste ciclo era, conforme o critério único da modalidade 2, a assimilação inicial das diretrizes do método *GSM_SSP*, uma vez que o seu entendimento ainda demandaria a execução prática das etapas em ciclos de pesquisa-ação. Para avaliação deste ciclo foi considerado também o feedback obtido dos participantes, sumarizados no Quadro 51.

QUADRO 51 – RESULTADO DO TREINAMENTO. ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE INFORMAÇÕES COLHIDAS NA EMPRESA.

Principais pontos positivos	1. Didática do instrutor
	2. Foco de trabalhar em projetos para os clientes principais
	3. Entendimento dos princípios dos seis sigma
Principais Oportunidades de melhoria	4. Aumentar o tempo do treinamento (apontado como obstáculo por dois participantes) para permitir explicação mais aprofundada
	5. Entrega de material didático antes da realização do treinamento
	6. Utilização de exemplo prático do ambiente da empresa
	7. Criar mais condições para geração de ideias durante o treinamento
Geração de ideias	8. Aplicar avaliação de aprendizado
	9. Um participante propôs que fosse apresentado um fluxo de decisão para distinguir situações para aplicação do 8D ou seis sigma.

Foi observado como resultado não intencional do treinamento, o despertar do interesse dos participantes quanto a tema seis sigma. Seis dos 13 treinandos procuraram, pessoalmente, o pesquisador, no decorrer do mês seguinte ao treinamento, em busca de informações adicionais para consolidação e ampliação do conhecimento e sobre protocolos para obter a certificação *Green Belt*. Visando corresponder a este interesse, o pesquisador, de comum acordo com o diretor geral, preparou e distribuiu certificados de participação no treinamento com o logo da empresa ao lado do logo da Unimep e da Capes e com a assinatura do pesquisador, do diretor geral e do superior imediato do participante. Além disso, o pesquisador ofereceu a realização, sem custo, de um workshop *DMAIC* aos futuros líderes e membros dos projetos que fossem gerados e selecionados por meio da aplicação do método *GSM_SSP*.

No entanto, conforme os critérios gerais previamente validados com os participantes (5 critérios gerais da modalidade 1 e o critério único da modalidade 2 aplicável a presente etapa) o resultado do ciclo foi considerado não satisfatório pelos membros da equipe de decisão e pelo pesquisador. Chamaram a atenção alguns pontos do feedback recebido por meio dos questionários pois havia várias proposições no sentido de solicitar o aumento do tempo de treinamento. Na mesma linha, um dos integrantes observou que o treinamento não previa instrumentos para a avaliação da compreensão dos conteúdos expostos, nem tampouco para a avaliação do grau de capacitação dos integrantes para a

operacionalização de cada uma das etapas do método proposto. Devido à conjunção destes aspectos (proposição de mais tempo e ausência de mecanismos de avaliação) a equipe de decisão optou por repetir o ciclo de treinamento para a equipe de decisão, visando reforçar a assimilação.

PC-2B – Segunda tentativa de treinar a equipe

Conforme assim definido, foi realizada a repetição do ciclo de treinamento, apenas para os membros da equipe de decisão, na forma de uma discussão detalhada de cada um dos roteiros das etapas do método *GSM_SSP*, apresentando os exemplos colhidos da literatura para cada etapa. Além disso, foram abordados dois tópicos adicionais: a) noções de pesquisa-ação; e b) objetivos da pesquisa. A inclusão do tópico sobre pesquisa-ação foi feita com a finalidade de familiarizar os envolvidos com o processo cíclico da pesquisa-ação e com algumas de suas características, bem como com as responsabilidades dos participantes (a necessidade de tomada de ações pelos participantes da empresa, a necessidade de realizar análises, avaliações e monitoramentos em conjunto com o pesquisador). Como ação adicional de reforço e visando proporcionar todos os subsídios, bem como as melhores condições para o entendimento, seguimento e participação na aplicação de cada uma das etapas do método de geração e SPSS, o pesquisador elaborou e disponibilizou, a cada membro da equipe de decisão, uma apostila contendo: a) os tópicos do referencial teórico desta pesquisa que seriam utilizados durante a aplicação; b) o desenho geral do método para a geração e SPSS; e c) a descrição de cada etapa na forma de roteiros e formulários. Este material foi definido como sendo a fonte principal de informações quanto às proposições da pesquisa. Foi informado, pelo pesquisador, que as demais fontes de dados e informações internas da empresa seriam definidas, etapa a etapa. O suprimento de todo este conjunto de informações foi no sentido de maximizar as condições para entendimento do método.

A repetição do ciclo, incluindo o treinamento complementar com discussão detalhada de cada um dos roteiros das etapas do *GSM_SSP*, mais a inclusão de tópicos adicionais e ainda o fornecimento da apostila com todo o referencial teórico e roteiro de todas as etapas, resultou em um aumento na adesão e de entendimento quanto ao trabalho a ser realizado. Durante e após a repetição do ciclo de treinamento, os membros da equipe comentaram que a disponibilização e a discussão da pesquisa prévia sobre SPSS resultou em otimismo quanto aos resultados uma vez que ficou claro o embasamento científico do roteiro proposto. O entendimento comum foi que a disponibilidade dos roteiros para cada uma das etapas do método reforça a sensação de segurança, já que indica que o método foi pensado etapa a etapa e, conseqüentemente, se poderia esperar um resultado positivo a partir de sua aplicação.

Aprendizado 3: Foi entendimento comum, entre participantes e pesquisador, que as diretrizes do método devem ser alteradas em relação a um conjunto de aspectos quanto ao treinamento da equipe: a) a carga horária deve ser aumentada para, pelo menos 6 horas; b) o planejamento do treinamento deve prever a discussão detalhada de cada um dos roteiros das etapas do métodos *GSM_SSP* com os membros da equipe de decisão; c) o treinamento deve ser feito com um exemplo completo real da aplicação do método *GSM_SSP*; d) devem ser realizadas todas as simplificações possíveis na redação dos roteiros, eliminando redundâncias e retirando campos de assinaturas.

A equipe, então retreinada, se reuniu para avaliar o resultado do ciclo repetido. Baseado nos critérios de avaliação das modalidades 1 e 2, a equipe considerou o resultado satisfatório. Desta forma, houve consenso de que a implementação da próxima etapa poderia ser iniciada.

5.1.5. OBTER E UTILIZAR AS MÉTRICAS CRÍTICAS PARA OS CLIENTES: PEQUENO CICLO 3

Logo após o treinamento da equipe procedeu-se o início da etapa de obtenção e identificação das métricas que afetam os clientes, ciclo este realizado sem repetição.

Coleta e realimentação dos dados: Os dados coletados foram: a) clientes estratégicos; b) linha de produto de importância estratégica; c) matriz de clientes x produtos estratégicos; d) status das métricas críticas para os clientes. A fonte utilizada para os dados a, b e c, foi o relato do próprio diretor geral. Por decisão do diretor geral, essa pesquisa-ação passou a ser direcionada exclusivamente à linha de produção de prisioneiros para clientes do segmento eólico. O diretor geral também orientou o pesquisador e os participantes, que todos os clientes do segmento eólico fossem considerados como sendo clientes críticos, indistintamente. Foram coletados dados visando à identificação das métricas importantes para a satisfação dos clientes e seu respectivos status. Os dados coletados foram a) dados de índice de defeitos externo, que foram extraídos da planilha de gestão dos indicadores do sistema de gestão da qualidade; b) dados de pontualidade de entrega, que foram extraídos da coleta de dados de eficiência de entrega; e c) demais métricas foram extraídas da pesquisa de satisfação de clientes. Todas as três fontes utilizadas (planilha de gestão de indicadores; dados de eficiência de entrega e pesquisa de satisfação de clientes) já faziam parte do sistema de gestão da qualidade. O Coordenador da Qualidade disponibilizou o conjunto de documentos, e, juntamente com o pesquisador, organizaram os dados na forma proposta pelo método *GSM_SSP*, Formulário F-02, para duas diferentes aplicações: prisioneiros para pás eólicas (Quadro 52) e prisioneiros para base de torres (Quadros 53).

Análise dos dados: A análise dos dados foi realizada pela equipe de decisão. O pesquisador triangulou os dados obtidos a partir das três fontes de dados disponíveis, os dados colhidos a partir das três fontes de dados utilizadas (planilha de gestão de indicadores; dados de eficiência de entrega e pesquisa de

satisfação de clientes) e ainda as percepções e pontos de vista dos participantes da equipe de decisão.

QUADRO 52 – DADOS DE SATISFAÇÃO DE CLIENTES – PRISIONEIROS PARA PÁS EÓLICAS .

Métricas críticas para o cliente	Resultados		
	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3
Métrica 1 – Índice de defeito externo (mensal)	0 desde 2015 5	0 desde 2017 5	0 desde 2016 5
Métrica 2 – Pontualidade de entrega (mensal)	79,7 % 2015 77,3% 2016 100% 2017	92% 2017 Pior resultado 74% (maio)	91% 2016 99% 2017
Métrica 3 – Atendimento a reclamações e sugestões (semestral – junho 2017)	4 (x2)	5 (x4)	-
Métrica 4 – Resolução em tempo hábil a solicitação	4 (x2)	5 (x4)	-
Métrica 5 – Atendimento telefônico	5 (x3)	5 (x4)	-
Métrica 6 – Retorno da ligações	5 (x2)	4 (x4)	-
Métrica 7 – Cordialidade atendimento	4 (x2)	5 (x4)	-
Métrica 8 – Qualidade dos produtos	4 (x2)	4 (x4)	-
Métrica 9 – Prazo de entrega	5 (x2)	5 (x3)	-

Nota (1). 5 (excelente), 4 (bom), 3 (aceitável), 2 (razoável) e 1 (inaceitável)

Nota (2). Os números entre parênteses referem-se às avaliações dos competidores pelos clientes

QUADRO 53 – DADOS DE SATISFAÇÃO DE CLIENTES – PRISIONEIROS PARA BASE DA TORRE.

Métricas críticas para o cliente	Resultados	
	Cliente 2	Cliente 4
Métrica 1 – Índice de defeito externo	0 desde 2016 5	0 desde 2016 5
Métrica 2 – Pontualidade de entrega	92% 2017 Pior resultado 74% (maio)	94% 2016 100% 2017 (caiu volume)
Métrica 3 – Atendimento a reclamações e sugestões (semestral – junho 2017)	5 (x4)	5 (x4)
Métrica 4 – Resolução em tempo hábil a solicitação	5 (x4)	4 (x4)
Métrica 5 – Atendimento telefônico	5 (x4)	4 (x4)
Métrica 6 – Retorno da ligações	4 (x4)	5 (x4)
Métrica 7 – Cordialidade atendimento	5 (x4)	4 (x4)
Métrica 8 – Qualidade dos produtos	4 (x4)	4 (x4)
Métrica 9 – Prazo de entrega	5 (x3)	4 (X3)

Nota (1). 5 (excelente), 4 (bom), 3 (aceitável), 2 (razoável) e 1 (inaceitável)

Nota (2). Os números entre parênteses referem-se às avaliações dos competidores pelos clientes.

Observou-se que: a) O conjunto de dados colhidos cobriam nove métricas; b) para todos os 4 clientes eólicos, que recebem prisioneiros para pás, torres e bases eólicas o índice de defeitos externos formal em todo o período de fornecimento foi zero; c) todas as notas recebidas estão entre 5 (excelente) e 4 (bom), não tendo sido registrada nenhuma nota 3 (aceitável) ou pior; d) nenhum dos 4 clientes de prisioneiros para pás, torres e bases pontuou a qualidade do produto como excelente, todos tendo pontuado como 4 (bom); e) a pontualidade de entrega (com avaliação mensal) vinha sendo considerada problema por todos os 4 clientes; f) o prazo de entrega praticado pela unidade de análise recebeu avaliação positiva quando comparado à concorrência por unanimidade dentre os 4 clientes eólicos atuais; g) segundo o cliente 2 a empresa não é diferenciada nem quanto a retorno de ligações telefônicas nem quanto à qualidade de produto; h) a resolução em tempo hábil de solicitação não é excelente para 2 dos 4 clientes eólicos.

A partir de tais análises, a equipe concluiu que, naquele momento: a) a pontualidade de entrega de prisioneiros aos clientes eólicos era a única área de insatisfação de cliente a ser trabalhada; b) a qualidade de produtos não era uma área de insatisfação de clientes.

Foi comentado pelos membros da equipe de decisão que os maiores atrasos de entrega foram devidos a atrasos de fornecedores. Foram citados dois exemplos, sendo um deles o caso do resultado 74%, obtido no mês de maio de 2017 para o cliente 2. Segundo a equipe, a causa daquele atraso foi devido a um fornecedor de aços. Em outro caso (o resultado de 91% de 2016) para o cliente 3 teria sido causado pelo atraso do fornecedor de serviços de tratamento superficial, o qual foi substituído por outro fornecedor. Foi também reforçado pelos integrantes da equipe de decisão que não existem reclamações reincidentes com relação ao fornecimento de prisioneiros.

Planejamento e implementação das ações: Diante desses resultados, o pesquisador apontou a importância da abordagem de prevenção de problemas o que estimulou a equipe a realizar uma revisão aprofundada do documento existente (*FMEA* do processo de fabricação de prisioneiros) para clientes

eólicos. O pesquisador enfatizou que tal revisão contribuiria para a identificação das variáveis do processo que deveriam ser alvo da determinação do nível sigma, visando identificar projetos nos futuros ciclos de geração de projetos. Assim essa ação foi inserida no plano de ação da empresa, sem contudo afetar o desdobramento desta pesquisa-ação.

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo era a identificação de áreas de insatisfação de clientes, que pudessem ser tomados como alvos para a geração de projetos seis sigma (critério único da modalidade 2). Por consenso foi adotada uma única área de insatisfação: pontualidade na entrega. Uma vez que o resultado das ações atendeu a tal critério, assim como aos 5 critérios gerais da modalidade 1 (Quadro 50), o resultado foi considerado satisfatório.

Além disso, como resultado não intencional, foi identificada a oportunidade de se revisar a *FMEA* existente do processo de fabricação de prisioneiros para clientes eólicos, para que, nos próximos ciclos de aplicação do método *GSM_SSP* na empresa, os aumentos do nível sigma por meio de reduções da variabilidade dos parâmetros de processo pudessem ser consideradas como candidatas a projetos.

Outra ação considerada pertinente para fins de futuros ciclos foi a realização de consultas diretas aos clientes de segmentos eólicos quanto características que deveriam ser alvos dos projetos seis sigma sugeridos (decorrentes de riscos inerentes a aplicação ou de prevenção de falhas). Entretanto, foi consenso dentro da equipe que, tanto essas duas ações (revisão de *FMEA* e consulta a clientes) não seriam necessárias para efeito do presente ciclo e que, por ora, a empresa deveria se concentrar na solução da única insatisfação identificada, aquela referente à pontualidade nos prazos de entrega.

A partir deste entendimento consensual, uma vez que o objetivo da etapa foi atingido, decidiu-se encerrar o presente ciclo e iniciar o seguinte.

5.1.6. OBTER E UTILIZAR OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS: PEQUENO CICLO 4

Então, foi iniciada, a etapa de obtenção e utilização de objetivos estratégicos visando à identificação dos assuntos críticos do negócio, norteadores da geração e seleção dos projetos, ciclo este realizado sem repetição.

Coleta e realimentação dos dados: Sendo a fonte destes dados o próprio sistema de gestão da qualidade, o Coordenador da Qualidade foi designado para coletar e disponibilizar os dados: a) políticas estratégicas do negócio; b) objetivos e metas de curto, médio e longo prazo (Quadro 54).

Análise dos dados: De posse dos dados coletados, o diretor geral se reuniu com a equipe de decisão e o pesquisador para realizar a análise dos dados visando a determinar os assuntos críticos para o negócio e os indicadores que deveriam ser tomados como referência para a geração de projetos.

Os dados disponibilizados foram assimilados e discutidos pela equipe de decisão, e por fim decidiu-se por registrar as seguintes percepções principais obtidas por consenso: a) diante do cenário de curtíssimo prazo, onde há a previsão de redução de carteira de pedidos e de lucratividade em função do encerramento de projetos de alguns dos clientes do segmento eólico, percebe-se a necessidade de estabelecer estratégias e objetivos de curto prazo visando enfrentar este cenário; b) observou-se que todos os indicadores do sistema de gestão da qualidade e ambiental, na média de 2016 atingiram as suas respectivas metas; c) observou-se que os resultados do Sistema de Gestão da Qualidade e Sistema de Gestão Ambiental não são calculados por linha de produtos, o que trouxe como consequência algum prejuízo de percepção quanto às linhas de produtos com os piores resultados para cada indicador.

Planejamento e implementação das ações: Assim, o diretor geral determinou a realização das seguintes ações: a) Estabelecer estratégias e objetivos de curtíssimo prazo visando enfrentar a perspectiva de redução de carteira de pedidos e de lucratividade; b) Revisar os objetivos dos indicadores do sistema de gestão da qualidade para identificar para qual(is) deles seria necessário (ou

importante) estabelecer metas mais desafiadoras, considerando a linha de produtos estrategicamente focalizada para pesquisa-ação: prisioneiros para clientes do mercado eólico; c) Revisar o procedimento de apuração de resultados dos indicadores do sistema de gestão da qualidade para que, no lugar de fornecer apenas o resultado geral, passe a fornecer o resultado por linha de produtos, com a finalidade de favorecer a identificação de linhas que estão abaixo da meta para cada indicador

**QUADRO 54 – DADOS DE POLÍTICAS, ESTRATÉGIAS, OBJETIVOS E METAS.
ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE INFORMAÇÕES COLHIDAS NA EMPRESA.**

Registro de informações estratégicas – F-03
Políticas, estratégias, objetivos e metas
<p>POLÍTICA DA QUALIDADE</p> <p>Assegurar e aprimorar continuamente seus processos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Satisfazer expectativas de nossos clientes e colaboradores; • Fabricar produtos de acordo com os requisitos estabelecidos; • Atender objetivos e metas da empresa gerando resultados positivos. <p>OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO NEGÓCIO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atingir Meta de Lucratividade; • Atingir Meta de Faturamento; • Manter uma carteira de clientes que possibilite faturamento acima do ponto de equilíbrio da empresa. <p>OBJETIVOS E METAS OPERACIONAIS do Sistema de Gestão da Qualidade ou Ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzir refugo externo – Meta 2016-2017 = 100 <i>Parts per million (PPM)</i>; Resultado 2016 136,69 PPM; resultado (2017) = 0 PPM (Geral, isto é para todos os produtos). • Aumentar a eficiência de entrega ao cliente - Meta 2016-2017 = 90 %; Resultado médio (2016) = 95,7%; Resultado Geral (2017) = Variando entre 90,80 e 99,4 % de Janeiro a Julho. • Reduzir o número de reclamações de clientes - Meta 2016-2017 = 0 (zero); Resultado (2016) = 0 (zero) ; Resultado Geral (2017) = 0 (zero). • Reduzir o refugo interno - Meta 2016-2017 = 800 PPM (3,5 sigma); Resultado médio (2016) = 446; Resultado Geral (2017) = Entre 105 e 774 % de Janeiro a Julho. • Reduzir os gastos com frete - Meta 2016-2017 = 1%; Resultado médio (2016) = 0,88 %; Resultado Geral (2017) = 0,67 – 1,02 % de Janeiro a Julho. • Aumentar a produtividade - Meta 2016-2017 = 70 %; Resultado médio (2016) = 77,68 %; Resultado Geral (2017) = 68,98 – 73,17 % de Janeiro a Julho. • Aumento do desempenho de fornecedor - Meta 2016-2017 = 85 %; Resultado médio (2016) = 94 %; Resultado Geral (2017) = 84,92 – 99 % de Janeiro a Julho. • Redução de horas paradas de manutenção - Meta 2016-2017 = 5 %; Resultado médio (2016) = 2,29 %; Resultado Geral (2017) = 1 a 1,5 % de Janeiro a Julho. •
Assuntos críticos para o negócio
1. EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E DISPONIBILIDADE

As ações implementadas durante a pesquisa-ação foram:

- Formulação de estratégias e estabelecimento de objetivos de curtíssimo prazo, para enfrentar a perspectiva de redução de carteira de pedidos e de lucratividade, determinando ainda que tais elementos fossem implementados, primeiramente, na linha de prisioneiros para clientes eólicos (foco da presente pesquisa-ação) e gradualmente nas demais linhas de produtos, conforme sequência a ser estabelecida com a equipe de decisão criada para gerar e selecionar projetos de melhoria.
- Definição de metas mais desafiadoras para a linha de prisioneiros para clientes eólicos, conforme apresentado no Quadro 55.

QUADRO 55 – NOVAS METAS . ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE INFORMAÇÕES COLHIDAS NA EMPRESA.

Indicador do Sistema de Gestão da Qualidade	Geral (metas existentes)	Prisioneiros eólicos (metas novas)
Eficiência de entrega ao cliente	90%	97%
Refugo interno	800 PPM	400 PPM
Produtividade	70%	90%
Horas paradas de manutenção 4.800 h disponíveis	5%	4%

Após a tomada dessas ações discutiu-se e atingiu-se consenso dentro da equipe de decisão de que o assunto crítico do negócio, em termos de processo de fabricação de prisioneiros para clientes eólicos, deveria ser considerada a eficiência de produção, abrangendo-se os temas: disponibilidade de máquinas, cumprimento de tempos de ciclo, produtividade de mão-de-obra, refugo interno cuja melhoria contribuiria tanto para a melhoria da eficiência de entregas aos clientes quanto para os demais resultados da empresa.

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo era de identificar um ou mais assuntos críticos do negócio, como norteador da geração e seleção de projetos seis sigma. Este resultado foi atingido tanto em termos da determinação de uma escala de prioridades dos objetivos estratégicos quanto pela definição do assunto crítico do negócio. Como resultado não intencional foram identificadas oportunidades para a formulação de novas estratégias, objetivos e metas,

incluindo a implementação de novos indicadores. A partir deste entendimento, tendo sido atingidos todos os critérios de avaliação das modalidades 1 e 2 (Quadro 50), concluiu-se que o objetivo da etapa foi atingido, decidindo-se, então, por encerrar o presente ciclo e iniciar o seguinte.

5.1.7. INTEGRAR AS INFORMAÇÕES: PEQUENO CICLO 5

Em seguida, as informações obtidas nas duas etapas anteriores (denominadas de modo simplificado como sendo a voz do cliente e a voz do negócio) foram integradas, utilizando as diretrizes contidas no roteiro do método *GSM_SSP*.

Coleta e realimentação dos dados: Esta atividade não demandou coleta adicional de dados, uma vez que utilizou apenas as saídas dos dois ciclos anteriores.

Como parte da preparação para a reunião de trabalho da equipe de decisão, o pesquisador, atuando como facilitador, transferiu os dados obtidos e analisados para o Quadro 56, preenchendo-se cinco de suas colunas: a) Políticas Estratégicas do negócio; b) objetivos; c) Indicadores (*KPI*); d) situação atual (dos indicadores); e) Meta (para linha de prisioneiros para clientes eólicos) e deixando pendente o preenchimento da coluna de avaliação, o que viria a ser feito pelos participantes, a posteriori.

Análise dos dados: Logo em seguida, cada um dos membros da equipe de decisão recebeu o Quadro 56, parcialmente preenchido, e foi solicitado a avaliar o grau de importância relativo dos objetivos e indicadores, utilizando letras A (maior prioridade), B (média prioridade) ou C (menor prioridade).

Uma reunião da equipe de decisão foi realizada a fim de discutir e atingir o consenso em relação à classificação da importância dos objetivos/indicadores, tendo então o resultado final sido inserido no Quadro 56.

QUADRO 56 – RESULTADO DA INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES – ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE INFORMAÇÕES COLHIDAS NA EMPRESA.

Políticas estratégicas do negócio	Objetivos	Avaliação	Indicadores (KPI)	Status	Meta (para linhas de prisioneiros para clientes eólicos)
Satisfazer expectativas de nossos clientes e colaboradores	Aumentar eficiência de entrega	B	Eficiência de entrega	90,8 a 99,4 % (Geral)	97%
	Reduzir número de reclamações mensais	C	Número médio mensal de reclamações de clientes	0	0
Fabricar produtos de acordo com os requisitos estabelecidos	Manter qualidade do produto e processo	C	Refugo interno (base 300.000 por ano)	105 a 774 (Geral)	400 PPM
		C	Nível sigma dos processos de fabricação	Novo KPI, a ser introduzido	
		C	Risco de modos de falha de alta severidade	Novo KPI, a ser introduzido	
Atender objetivos e metas da empresa gerando resultado positivo	Melhorar eficiência de produção, produtividade e disponibilidade (*)	A	Produtividade	70%	90 %
		A	Horas paradas de manutenção	4,9 %	4%
	Reduzir despesas de fabricação	B	Despesas de fabricação	Novo KPI a ser introduzido	

Nota (1). Assunto crítico negócio, conforme Quadro 54.

Nota (2). Legenda da Avaliação: A (maior prioridade); B (média prioridade); e C (menor prioridade).

Planejamento e implementação das ações: Na reunião, o diretor geral enfatizou a importância de a equipe de decisão liderar a identificação e a realização de projetos a fim de alcançar os objetivos estabelecidos, então priorizados. Em seguida, foi determinado que, para efeito do próximo ciclo de aplicação do método *GSM_SSP*, a ser realizado de modo autônomo, após a conclusão desta pesquisa-ação, seriam estabelecidas metas para cada um dos três novos *KPIs*: a) redução do risco de modos de falha de maior severidade; b) despesas de fabricação; e c) nível sigma dos processos de fabricação.

Foi de entendimento comum na equipe de decisão que seria importante melhorar a medição de dois dos indicadores atuais (produtividade e horas paradas de manutenção). Prevendo também que, haveria proposições de projetos que se

enquadrariam como ações específicas ou práticas *Lean Manufacturing*. Foi consenso na equipe de decisão que, para a empresa, estas seriam contempladas indistintamente, juntamente com os projetos seis sigma, uma vez que, do ponto de vista da empresa, não haveria razão para tratativas distintas.

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo era de integrar as informações de métricas críticas para os clientes e assuntos críticos para o negócio que deveriam ser alvo de projetos seis sigma (critério único da modalidade 2) e de gerar candidatos a projetos. Resultados não intencionais foram: a) nivelamento de percepções dentro da equipe de decisão em relação à importância relativa dos objetivos e indicadores; b) percepção da necessidade da criação de três novos indicadores (Quadro 56); c) percepção da necessidade de se melhorar a medição de dois dos indicadores existentes.

Notou-se que foi possível realizar a integração e a priorização das informações de *VOC* e *VOB*, entretanto, a equipe não conseguiu, apenas com estas providências, gerar candidatos a projetos seis sigma, conforme o roteiro do método *GSM_SSP* indicava. Juntamente com os participantes, o pesquisador fez uma consulta ao estudo tomado como sendo a referência para essa etapa (SU; CHOU, 2008) e, então, constatou que tal estudo não descreve o processo de geração de projetos a partir da integração do *VOC* e *VOB*. Diante disso, ponderou-se que o ciclo deveria ser encerrado, considerando-se, também, que a geração de candidatos a projetos ocorreria na etapa seguinte, por meio do desdobramento de dados dos processos-chave.

Aprendizado 4: Notou que, mesmo que fossem realizados outros ciclos de integração de informações das duas vozes (do cliente e do negócio), a mera integração entre as áreas de insatisfação dos clientes e os assuntos críticos do negócio não seria suficiente para gerar possíveis projetos. Deste modo o aprendizado para o método *GSP_SSP* foi de retirar o tópico 4 do roteiro da etapa 04, Quadro 26.

5.1.8. OBTER E UTILIZAR OS DADOS DOS PROCESSOS-CHAVE: PEQUENO CICLO 6

O ciclo referente a essa etapa do método foi repetido. Assim descreve-se a seguir o ciclo original da etapa (PC-6A) e, posteriormente, o ciclo repetido (PC-6B).

PC-6A – Primeira tentativa de obter e utilizar os dados dos processos-chave

Foi então iniciada a etapa na qual a equipe buscava obter e utilizar os dados dos processos-chave para gerar projetos, utilizando as diretrizes do método *GSM_SSP*, orientados pelas informações integradas (voz do cliente e do negócio). Para efeito desta pesquisa, por determinação prévia do diretor geral, foram considerados como processo-chave aquelas operações que compõem o processo de fabricação de prisioneiros para clientes eólicos.

Coleta e realimentação dos dados: Para efeito deste ciclo de pesquisa-ação tomou-se como dados a serem disponibilizados os seguintes tópicos propostos pelo método *GSM_SSP*: a) dados existentes de custos da qualidade; e b) registros de ocorrências do processo produtivo, incluindo relatórios de não conformidades, registro de paradas de máquina, relatórios de refugo interno e de retrabalho, registro de problemas pelos operadores; c) documento *FMEA* dos processos de fabricação de prisioneiros para clientes eólicos.

Análise dos dados: Os dados foram disponibilizados para a equipe de decisão que, após análise em conjunto com o pesquisador, elaborou uma síntese, apresentada no Quadro 57.

A equipe percebeu que o número de candidatos a projetos seria reduzido caso a análise se restringisse apenas a tais dados. Apenas dois candidatos a projetos foram gerados: a) melhoria de disponibilidade dos tornos *CNC*, sendo 2 tornos *CNC* fabricados pela Mazak e 3 pela Nardini; e b) projeto para eliminação do “retoque de pintura” (retrabalho após a operação de tratamento superficial). Foi observado que a incidência de refugo interno e de não conformidades na linha

de produtos prisioneiros ao longo dos últimos doze meses não justificaria a geração de candidatos a projetos.

QUADRO 57 – SÍNTESE DOS DADOS DOS PROCESSOS-CHAVE . ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE INFORMAÇÕES COLHIDAS NA EMPRESA.

Fontes de dados		Síntese dos resultados
Relatório de custos da qualidade		Insignificante.
Registros de Ocorrências de processo produtivo	Relatórios de não conformidades	Ausência de problemas crônicos recorrentes, apenas ocorrências pontuais e não recorrentes.
	Registros de parada de máquina	Reincidência de paradas dos tornos <i>Computer Numeric Control (CNC)</i> Mazak e Nardini, comprometendo programação de produção. Tempo previsto para manutenção corretiva sendo excedido ao longo de vários meses consecutivos.
Relatório de Refugo interno		Ausência de problemas crônicos recorrentes, apenas ocorrências pontuais e não recorrentes.
Retrabalho		Necessidade de projeto de melhoria denominado “retrabalho de pintura” (retrabalho após a operação de tratamento superficial).

Nota. Os dados foram apresentados de forma sintética por razões de sigilo.

Avaliação: Diante deste cenário, os participantes, em consenso com o pesquisador, decidiram interromper o presente ciclo e iniciar novo ciclo, para o qual seria necessário o desenvolvimento de diretrizes complementares àquelas trazidas pelo método *GSM_SSP*.

Aprendizado 5: Foi entendimento comum, entre participantes e pesquisador, que as diretrizes do método precisavam ser complementadas de forma que o método *GSM_SSP* se tornasse realmente capaz de obter sucesso na geração de candidatos a projetos seis sigma em contextos similares àquele encontrado na unidade de análise.

PC-6B – Segunda tentativa de obter e utilizar os dados dos processos-chave

Diante da dificuldade para gerar candidatos a projetos por meio da utilização das diretrizes originais do método *GSM_SSP*, a equipe de decisão e o pesquisador, iniciaram discussão visando encontrar um meio para superar o obstáculo. Foram apresentadas e discutidas diversas sugestões, porém a maior parte delas não encontrou apoio da equipe para fins de implementação. Por fim, uma proposição que combinava um conjunto de proposições individuais foi aceita para aplicação

pela maioria dos membros. A proposição combinada foi a elaboração de um questionário customizado para investigação das operações (baseado em informações colhidas na duas etapas anteriores: voz do cliente e voz do negócio) e que seria aplicado para gerar candidatos a projetos. Este questionário seria aplicado, em cada uma das operação do processo de fabricação de prisioneiros, por uma equipe composta por pelo menos uma dupla de profissionais, sendo um deles com conhecimento técnico da operação específica e o outro profissional, que estivesse atualizado sobre as ocorrências naquele operação nos últimos seis meses. Caso necessário, deveriam ser utilizadas diversas duplas, buscando-se a melhor combinação de profissionais para cada operação, de modo a obter a melhor combinação possível entre conhecimento e informação para cada operação. A partir da aprovação desta possível solução o novo ciclo de coleta de informações foi iniciado.

Coleta e realimentação dos dados: A fim de orientar a coleta de dados, o questionário customizado para investigação das operações foi elaborado a partir dos resultados das duas etapas anteriores (voz do cliente e voz do negócio). A elaboração foi feita em conjunto envolvendo os participantes da equipe de decisão e pessoal técnico de produção, planejamento da produção, qualidade e engenharia. Depois de diversos ajustes o questionário atingiu a forma do Apêndice A.

Durante a análise e ajuste do questionário para investigação foi consenso que o resultado esperado da aplicação do questionário para investigação era um conjunto de candidatos a projetos (com informações associadas e não as respostas às perguntas isoladas do questionário). Após a aprovação do questionário pela equipe de decisão, foram designadas as duplas que seriam responsáveis por aplicar o questionário para investigação em cada operação. Em seguida, foi realizada uma reunião envolvendo a equipe de decisão, o pesquisador e as duplas que passaram a compor a equipe da voz do processo para enfatizar a diretriz de que a saída da aplicação do questionário para investigação deveria ser uma lista de candidatos a projetos. Na mesma reunião foram esclarecidas dúvidas colocadas por membros da equipe da voz do

processo em relação ao questionário customizado para investigação das operações.

Ao longo de uma semana, a equipe da voz do processo, sempre com a presença do pesquisador, aplicou o questionário customizado para investigação das operações apoiando-se em diversos métodos de coleta: análise de documentos escritos (de produção, de logística, de qualidade e de manutenção), entrevistas coletivas nos locais de trabalho (envolvendo pessoal operacional e coordenadores de produção). Nesta ocasião, o pesquisador atuou como facilitador, triangulando essas diversas fontes de dados.

Após a conclusão da coleta, o pesquisador, atuando como facilitador, organizou os dados coletados, e preparou um workshop para apoiar a apresentação pelas duplas à equipe de decisão para apreciação e esclarecimentos.

Análise dos dados: Os dados obtidos foram apresentados à equipe de decisão em um workshop com a participação das duplas que aplicaram o questionário para investigação das operações. Durante o workshop foram realizados questionamentos para nivelamento de informações sobre cada um dos candidatos a projetos que estavam sendo propostos e análise dos dados. Nesta ocasião, os dados das diversas fontes utilizadas nesta etapa e previamente triangulados, foram confrontados com as percepções e pontos de vista dos membros da equipe de decisão.

Planejamento e implementação das ações: A ação planejada e implementada foi a avaliação de cada candidato a projeto quanto a sua contribuição com um ou mais dos objetivos. Além disso, foi necessário ajustar a denominação inicial atribuída a cada candidato a projeto (conforme coluna CTQ, Quadro 58), de modo que explicitasse a contribuição esperada de cada candidato a projeto em relação aos pequenos y's, que, por sua vez, estão previamente alinhados às necessidades da empresa (Grande Y).

QUADRO 58 – CANDIDATOS A PROJETOS. ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE INFORMAÇÕES COLHIDAS NA EMPRESA.

Registro do resultado da análise da voz do processo – F-05			
Necessidade (Grande Y)	Pequeno y	CTQ (candidato a projeto)	Processo
Atender objetivos e metas da empresa gerando resultado positivo e Satisfazer expectativas de nossos clientes e colaboradores	Melhorar a produtividade na operação torneamento	1. Reduzir desvio de corte	Produção (Operação: Corte do <i>Blank</i>)
	Melhorar a produtividade na operação usinagem	2. Aumentar disponibilidade dos tornos <i>CNC</i>	Manutenção
	Reduzir as despesas de fabricação	3. Aumentar vida útil de ferramentas de corte (insertos)	Produção (Operação: torneamento) / Engenharia
	Reduzir as despesas de fabricação	4. Reduzir quebra de punção na gravação com furo no centro	Produção (Operação: marcar) / Engenharia
	Reduzir as despesas de fabricação	5. Aumentar a vida útil de ferramentas de conformação (laminador de rosca)	Produção (Operação: abrir roscas)
	Aumentar a produtividade na operação de abrir roscas	6. Reduzir o retrabalho nas peças com falha de rosca	Produção (Operação: abrir roscas)
	Aumentar a produtividade na operação de tratamento superficial	7. Solução para retoque de pintura	Produção (Operação: tratamento superficial) / Engenharia
	Redução do risco de modos de falha de alta severidade	8. Aumentar a capacidade de processo para característica de rugosidade em prisioneiros sem haste (com alívio)	Produção (Operação: torneamento) / Engenharia

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo era a geração de um conjunto de candidatos a projetos que, do ponto de vista dos participantes, correspondesse às necessidades da unidade de análise, utilizando-se os dados dos processos-chave (critério único da modalidade 2).

Um resultado não intencional positivo percebido foi que a aplicação de um processo, definido pelo próprio grupo, para gerar os projetos e a identificação de projetos, considerados pertinentes por todos os membros, aumentou o interesse e a motivação com relação ao projeto.

Outro resultado não intencional, informado ao pesquisador, foi que alguns profissionais da área técnica se sentiram preteridos por não terem sido designados para compor a equipe da voz do processo. Para mitigar este efeito, cada coordenador fez uma reunião com sua equipe informando que todos teriam oportunidade para participar em ciclos futuros. Diante desses resultados, tendo

sido atingidos todos os critérios das modalidades 1 e 2, concluiu-se que o objetivo da etapa foi atingido após a execução desse segundo ciclo.

Aprendizado 6: Foi entendimento comum, entre participantes e pesquisador, que a importância dada ao projeto pela empresa, aliado ao processo cíclico da pesquisa-ação que requer que soluções sejam desenvolvidas diante das dificuldades, e mais o trabalho em parceria dos participantes e pesquisador, com todo este conjunto de fatores foi possível desenvolver uma solução que tivesse o apoio da maioria. No caso, a solução foi a elaboração do questionário customizado para investigação das operações, combinada com a estratégia de designação de duplas que aliassem conhecimento técnico e informação atualizada sobre cada operação.

Aprendizado 7: A solução proposta (o questionário customizado para investigação das operações combinada com a estratégia de aplicação por duplas que aliassem conhecimento técnico e informação atualizada sobre a operação) é capaz de gerar candidatos a projetos em situações onde os registros de custos da qualidade, de refugo interno e de problemas crônicos não oferecem, por si, um número de candidatos a projetos satisfatório.

5.1.9. DIVIDIR OS PROJETOS GRANDES E COMPLEXOS: PEQUENO CICLO 7

De posse da lista dos candidatos a projetos deu-se início a etapa que faz a divisão daqueles candidatos a projetos grandes e complexos, a qual foi realizada sem repetição do ciclo.

Coleta e realimentação dos dados: Para efeito do planejamento da coleta de dados desta etapa foram considerados os seguintes elementos de complexidade: a disponibilidade de recursos humanos qualificados bem como de infraestrutura, além de características do projeto tais como tamanho e tipo do projeto. Para candidato a projeto, a equipe de decisão fez uma avaliação utilizando uma escala (9, 3 e 1) cujos resultados após discussão e consenso são apresentados no Quadro 59.

QUADRO 59 – MATRIZ PARA AVALIAÇÃO DE COMPLEXIDADE DE CANDIDATOS A PROJETOS. ELABORADO PELO AUTOR BASEADO EM PADOVANI ET AL. (2008)

Candidatos a projetos	Disponibilidade		Tamanho e Tipo do Projeto	Complexidade Total (Produtório das 3 colunas)
	De recursos humanos qualificados	De infraestrutura		
1. Reduzir desvio de corte	3	3	3	27
2. Aumentar disponibilidade dos tornos CNC	3	9	9	243
3. Aumentar vida útil de ferramentas de corte (insertos)	9	1	9	81
4. Reduzir quebra de punção na gravação com furo no centro	3	3	3	27
5. Aumentar a vida útil de ferramentas de conformação (laminador de rosca)	9	1	9	81
6. Reduzir o retrabalho nas peças com falha de rosca	9	1	9	81
7. Solução para retoque de pintura	9	9	9	729
8. Aumentar a capacidade de processo para característica de rugosidade em prisioneiros sem haste (com alívio)	3	9	3	81

Nota (1). Escala de avaliação: 9 (alto relacionamento entre o projeto e o elemento de complexidade); 3 (médio); 1 (baixo).

Nota (2). As duas linhas correspondentes aos candidatos a projetos números 2 e 7 foram sombreadas para indicar candidatos a projetos com maior complexidade e cuja divisão é recomendada.

Análise dos dados: Com base nos dados coletados e, a partir da percepção dos membros da equipe de decisão observou-se que os dois candidatos a projetos com maior complexidade foram os de número 2 e 7.

Planejamento e implementação das ações: Diante disso, a equipe buscou meios para realizar a divisão destes 2 projetos. Para o caso do candidato 2 optou-se por dividir o possível projeto em 2 possíveis projetos, cada um para cada grupo de máquinas. Assim um candidato tornou-se o aumento da disponibilidade dos 2 tornos CNC Mazak e outro candidato se referirá aos 3 tornos CNC Nardini. Para o caso do projeto 7, mesmo após diversas tentativas, a equipe de decisão, não encontrou um modo para dividir o projeto de retoque de pintura.

Por fim, os possíveis projetos, divididos ou não, foram dispostos no Quadro 60.

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo era obter uma lista de candidatos a projetos já examinados quanto à necessidade de divisão, de modo a evitar a entrada na etapa de seleção de projetos grandes e complexos, filtrando, reduzindo ou dividindo os projetos gerados nas etapas anteriores. O resultado

deste ciclo foi considerado positivo tendo sido atingidos todos os critérios das modalidades 1 e 2.

QUADRO 60 – LISTA DE CANDIDATOS A PROJETOS. ELABORADO PELO AUTOR.

Lista de projetos potenciais – F-06
1. Reduzir desvio de corte
2. Aumentar disponibilidade dos tornos CNC Mazak (2)
3. Aumentar disponibilidade dos tornos CNC Nardini (3)
4. Aumentar vida útil de ferramentas de corte (insertos)
5. Reduzir quebra de punção na gravação com furo no centro
6. Aumentar a vida útil de ferramentas de conformação (laminador de rosca)
7. Reduzir o retrabalho nas peças com falha de rosca
8. Solução para retoque de pintura
9. Aumentar a capacidade de processo para característica de rugosidade em prisioneiros sem haste (com alívio)

Aprendizado 8: Um resultado não intencional positivo foi o desenvolvimento de processo para avaliar os candidatos a projetos em relação à complexidade.

5.1.10. DETERMINAR VARIÁVEIS DE ESFORÇO E DE IMPACTO: PEQUENO CICLO 8

Em seguida teve início a etapa na qual são escolhidas as variáveis que serão utilizadas para selecionar os projetos, que foi realizada sem repetição do ciclo.

Coleta e realimentação dos dados: Antes de coletar os dados o pesquisador resgatou as diretrizes do método *GSM_SSP* para a etapa, conforme roteiro.

Em seguida, o pesquisador realizou uma explanação sobre a utilização de critérios para avaliação e SPSS encontrados na literatura, enfatizando que a equipe deveria escolher aqueles que estivessem de acordo com a realidade e as necessidades da empresa. O pesquisador também orientou que os participantes considerassem o assunto crítico do negócio e objetivos estratégicos previamente definidos. Então, o pesquisador liderou a coleta de dados na forma de *brainswriting* (de modo a evitar o excesso de influência entre os membros), utilizando a pergunta-chave: quais as variáveis (de esforço e de impacto) devem ser utilizadas para selecionar os projetos seis sigma a serem executados pela empresa? Para responder os participantes fizeram uso do material previamente disponibilizado pelo pesquisador, no qual havia um tópico

contendo os critérios utilizados em diversos artigos científicos. As respostas dos participantes foram organizadas pelo pesquisador (Quadro 61).

QUADRO 61 – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO SUGERIDOS PELOS PARTICIPANTES. ELABORADO PELO AUTOR.

Critérios de seleção	Participantes					Soma
	1	2	3	4	5	
1. Custo benefício (ou esforço impacto)	X	X	X	X	X	5
2. Projetos que tragam melhorias importantes para os clientes	X	X	X		X	4
3. Retorno econômico máximo ou benefício financeiro			X	X	X	3
4. Escolher projetos que requeiram recursos disponíveis	X	X	X			3
5. Contribuir para o assunto crítico para o negócio	X		X		X	3
6. Escolher projetos que requeiram menos investimento			X	X	X	3
7. Escolher projetos para os quais existam dados válidos				X	X	2
8. Considerar riscos			X			1
Total de critérios propostos por cada participante	4	3	7	4	6	24

Nota. O sombreado mais forte na coluna de soma indica os critérios apontados de modo unânime ou quase unânime pelos participantes; o sombreado mais leve indica aqueles apontados pela maioria dos participantes.

Análise dos dados: Após a coleta dos dados a equipe iniciou a análise das respostas (Quadro 61). As análises, realizadas em conjunto revelaram que: a) a equipe formada por 5 participantes apontou um total de 8 diferentes critérios; b) cada membro apontou, em média, 4,8 critérios, variando de, no mínimo 3 até no máximo 7 critérios; c) seis dos oito critérios foram apontados por mais da metade (por pelo menos 3 dos 5 participantes da equipe de decisão).

Planejamento e implementação das ações: A ação necessária foi a definição das variáveis de esforço e de impacto. Visando um melhor resultado quanto a essas definições, o pesquisador fez alguns esclarecimentos: a) informou que Pande *et al.* (2000) recomendam a utilização de 5 a 8 critérios que sejam mais relevantes para a organização; b) informou que o GSM_SSP, seguindo a linha de Kumar *et al.* (2009) propõe o uso do critério custo benefício na forma de dois grupos de variáveis: variáveis de esforço e variáveis de impacto; e c) informou que seria necessário segregar os critérios propostos nestes dois grupos (esforço e impacto). Diante disso, em consenso, participantes e pesquisador decidiram que seriam utilizadas seis variáveis, sendo três variáveis de esforço e três variáveis de impacto.

O Quadro 62 apresenta as variáveis selecionadas pela equipe, já agrupadas (esforço ou impacto) e com ajustes na terminologia, realizados pelo pesquisador, de comum acordo com os participantes.

QUADRO 62 – VARIÁVEIS DE ESFORÇO E DE IMPACTO SELECIONADAS. ELABORADO PELO AUTOR.

Registro das variáveis de esforço e de impacto – F-07	
Variáveis de Esforço	Variáveis de Impacto
1. Capital requerido	1. Satisfação de clientes (pontualidade de entrega, etc.)
2. Habilidades requeridas	2. Eficiência de produção (produtividade e/ou disponibilidade de equipamento)
3. Disponibilidade de dados	3. Benefício financeiro

Os ajustes incluíram, por exemplo, inserir qual é o assunto crítico do negócio (como uma das variáveis de impacto) e escrever as variáveis de esforço de forma a deixar bem clara a natureza de cada recurso necessário.

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo era a definição de um conjunto de variáveis de esforço e de impacto que correspondesse ao contexto da empresa. Um resultado não intencional positivo trazido pela equipe pela execução das atividades da etapa, foi a percepção, por todos os participantes, quanto ao alto grau de semelhança quanto às prioridades propostas pelos membros, evidenciando assim, uma coesão prévia da equipe. Esta percepção teve efeito observável na motivação dos participantes em dar andamento ao projeto de seleção.

Aprendizado 9: Os membros da equipe de decisão sugeriram a incorporação, ao método *GSM_SSP*, de um rol de possíveis critérios que pudessem ser utilizados como variáveis de impacto e de esforço. Este rol foi preparado e disponibilizado aos participantes (Quadro 63).

5.1.11. DETERMINAR OS PESOS DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO E IMPACTO: PEQUENO CICLO 9

O ciclo referente a essa etapa do método foi repetido uma vez para as variáveis de esforço e duas vezes para as variáveis de impacto. Assim descreve-se a

seguir o ciclo original para variáveis de esforço (PC-9E-A) e o ciclo repetido (PC-9E-B). Posteriormente, descreve-se o ciclo original para variáveis de impacto (PC-9I-A) e os dois ciclos repetidos (PC-9I-B e PC-9I-C).

QUADRO 63 – CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO COMO VARIÁVEIS DE IMPACTO OU ESFORÇO. ELABORADO PELO AUTOR.

Variáveis de esforço (VE)	Variáveis de Impacto (VI)
Recursos	Redução de custo
Duração do projeto	Pontualidade na entrega
Capital requerido	Família de critérios de retorno econômico (<i>NPV, IRR, ROI, RAI, PBP, EV, DCF</i>)
Riscos	
Habilidades especiais e ferramentas requeridas	Melhoria nas métricas importantes para o cliente (no contexto atual da organização)
Disponibilidade de dados	Impacto sobre o assunto crítico do negócio (no contexto atual da organização)
Recursos humanos não disponíveis	Melhoria nas métricas de eficiência de produção
Complexidade	Impacto em <i>CTQ</i> crítico para o mercado
Tamanho do projeto	Impacto nas atividades críticos para o desempenho financeiro
Disponibilidade de métricas realistas de fácil medição	Redução de desperdícios

Coleta e realimentação dos dados: Para efeito desta etapa, e para todos os ciclos acima referidos, tomou-se como dados a serem coletados o julgamento individual de cada membro da equipe de decisão em relação a cada par de variáveis. Esses dados foram coletados pelo pesquisador utilizando o roteiro apresentado no Apêndice B por meio de entrevista individual.

PC-9E-A – Primeira tentativa de realizar a comparação em pares para variáveis de esforço

Os dados dos julgamentos individuais coletados durante o processo de comparação em pares das variáveis de esforço são apresentados no Quadro 64.

Para efeito de todos os ciclos desta etapa os dados foram analisados por meio de comparações em pares com o apoio do *software SuperDecision* versão Beta 2.0 por ser a versão atual e pelo fato deste *software* ser de uso gratuito. Para que o *software* realizasse as computações do *AHP* foram, então, construídos dois modelos de estrutura hierárquica, sendo um para cada um dos tipos de

variáveis. As estruturas foram formadas por dois *clusters* sendo o primeiro denominado *1GoalCluster* e o segundo denominado *3CriteriaCluster*.

QUADRO 64 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE ESFORÇO (1º CICLO). ELABORADO PELO AUTOR.

Pares em comparação →	Capital requerido e habilidades x Disponibilidade dos dados		Capital requerido e habilidades x Habilidades requeridas		Habilidades requeridas x Disponibilidade dos dados	
	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty
Participante 1	Capital Requerido	5	Habilidades requeridas	6	Habilidades requeridas	7
Participante 2	Capital Requerido	4	Habilidades requeridas	5	Habilidades requeridas	8
Participante 3	Capital Requerido	5	Habilidades requeridas	5	Habilidades requeridas	9
Participante 4	Capital Requerido	2	Não tem	1	Habilidades requeridas	9
Participante 5	Capital Requerido	8	Capital Requerido	6	Habilidades requeridas	3

Após a construção do modelo de estrutura hierárquica, os julgamentos individuais obtidos no ciclo **PC-9E-A** (primeira tentativa de realização da comparação em pares para variáveis de esforço) foram inseridos no *software* gerando-se os resultados (Tabela 4).

TABELA 4 – PESOS DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO (1º CICLO). ELABORADO PELO AUTOR.

Participantes	Capital requerido	Disponibilidade de dados	Habilidades requeridas	Inconsistência
Participante 1	0,19925	0,06473	0,73601	0,23074
Participante 2	0,19907	0,06755	0,73338	0,09040
Participante 3	0,20670	0,05811	0,73519	0,11260
Participante 4	0,33855	0,10253	0,55893	0,24680
Participante 5	0,76116	0,07261	0,16623	0,07069

Os pesos das variáveis e as inconsistências da Tabela 4 foram obtidos por meio do *software SuperDecisions*, conforme exemplo ilustrado para um respondente (Figura 13).

2. Node comparisons with respect to Variáveis de Esforço																	3. Results			
Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct																	Normal		Hybrid	
Comparisons wrt "Variáveis de Esforço" node in "1GoalNode" cluster																	Inconsistency: 0.23074			
Habilidades Requeridas is very strongly more important than Disponibilidade de Dados																				
1. Capital Requ-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Disponibilid-
2. Capital Requ-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Habilidades -
3. Disponibilid-	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Habilidades -
																	Capital R-		0.19925	
																	Disponibi-		0.06473	
																	Habilidad-		0.73601	

FIGURA 13 – EXEMPLO DO RESULTADO DA COMPARAÇÃO EM PARES. EXTRAÍDO DO SOFTWARE SUPERDECISIONS VERSÃO BETA 2.0.

Análise dos dados: Estes resultados foram apresentados à equipe de decisão em uma reunião de *feedback*, pelo pesquisador, quando foi informado que a inconsistência aceitável é de no máximo 0,1. Foi observado que os julgamentos de dois dos cinco respondentes apresentaram inconsistência acima destes limites (0,23074 para o respondente 1 e 0,24680 para o respondente 4).

Avaliação: Diante deste resultado: inconsistência inaceitável dos julgamentos de uma parte dos respondentes (critério único da modalidade 2), a equipe de decisão procedeu a repetição o ciclo de coleta de dados, visando obter julgamentos consistentes.

PC-9E-B – Segunda tentativa de realizar a comparação em pares para variáveis de esforço

Coleta e realimentação dos dados: A coleta de dados dos julgamentos individuais para comparação em pares das variáveis de esforço for repetido apenas para os 2 respondentes com resultados inconsistentes (respondentes 1 e 4) sendo os novos dados apresentados no Quadro 65.

Os julgamentos individuais (Quadro 65) foram inseridos no *software* gerando-se os resultados (Tabela 5).

Os resultados incluindo os novos dados coletados dos respondentes 1 e 4, mantendo-se os resultados para os respondentes 2, 3 e 5, foram apresentados à equipe de decisão em uma reunião de *feedback*, pelo pesquisador.

**QUADRO 65 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE ESFORÇO (2º CICLO).
ELABORADO PELO AUTOR.**

Pares em comparação →	Capital requerido e habilidades x Disponibilidade dos dados		Capital requerido e habilidades x Habilidades requeridas		Habilidades requeridas x Disponibilidade dos dados	
	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty
Participante 1	Capital Requerido	4	Habilidades requeridas	5	Habilidades requeridas	9
Participante 2	Capital Requerido	4	Habilidades requeridas	5	Habilidades requeridas	8
Participante 3	Capital Requerido	5	Habilidades requeridas	5	Habilidades requeridas	9
Participante 4	Capital Requerido	6	Não tem	1	Habilidades requeridas	7
Participante 5	Capital Requerido	8	Capital Requerido	6	Habilidades requeridas	3

TABELA 5 – PESOS DAS VARIÁVEIS DE ESFORÇO (2º CICLO). ELABORADO PELO AUTOR.

Participantes	Capital requerido	Disponibilidade de dados	Habilidades requeridas	Inconsistência
Participante 1	0,19388	0,06325	0,74287	0,19388
Participante 2	0,19907	0,06755	0,73338	0,09040
Participante 3	0,20670	0,05811	0,73519	0,11260
Participante 4	0,45227	0,07160	0,47612	0,00254
Participante 5	0,76116	0,07261	0,16623	0,07069

Análise dos dados: Do ponto de vista do *AHP*, tais resultados foram considerados aceitos uma vez que a maior inconsistência, 0,11260 para o respondente 3 é inferior a 0,2, podendo assim ser considerada aceitável.

Avaliação: Diante deste resultado (inconsistência aceitável) e tendo sido também atendidos os 5 critérios gerais da modalidade 1, a equipe de decisão considerou que o ciclo poderia ser encerrado.

Neste ponto do texto, encerra-se a descrição da comparação em pares para variáveis de esforço e começa a descrição da comparação em pares para as variáveis de impacto.

PC-9I-A – Primeira tentativa de realizar a comparação em pares para variáveis de impacto

Coleta e realimentação dos dados: Foi elaborado o modelo de estrutura hierárquica construído com dois *clusters*, sendo o primeiro denominado *1GoalCluster* e o segundo denominado *3CriteriaCluster*. Os dados dos julgamentos individuais coletados durante o processo de comparação em pares das variáveis de impacto são apresentados no Quadro 66.

QUADRO 66 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE IMPACTO (1º CICLO).
ELABORADO PELO AUTOR.

Pares em comparação →	Benefício financeiro x eficiência de produção		Benefício financeiro x Satisfação do cliente		Eficiência de produção x Satisfação do cliente	
	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty
Participante 1	Benefício Financeiro	7	Satisfação de Cliente	2	Satisfação de Cliente	4
Participante 2	Eficiência de Produção	5	Benefício Financeiro	4	Eficiência de Produção	5
Participante 3	Não tem	1	Não tem	1	Satisfação de Cliente	7
Participante 4	Eficiência de Produção	5	Satisfação de Cliente	7	Satisfação de Cliente	8
Participante 5	Eficiência de Produção	8	Satisfação de Cliente	8	Satisfação de Cliente	9

Os julgamentos individuais (Quadro 66) foram inseridos no *software* gerando-se os resultados (Tabela 6).

TABELA 6 – PESOS DAS VARIÁVEIS DE IMPACTO (1º CICLO). ELABORADO PELO AUTOR.

Participantes	Benefício Financeiro	Eficiência de Produção	Satisfação do Cliente	Inconsistência
Participante 1	0,39461	0,08559	0,51980	0,17012
Participante 2	0,21994	0,69277	0,08728	0,20900
Participante 3	0,29106	0,15216	0,55678	0,41893
Participante 4	0,06131	0,17146	0,76723	0,33380
Participante 5	0,04654	0,17899	0,77446	0,53926

Análise dos dados: De forma similar ao ocorrido para variáveis de esforço, a inconsistência dos resultados dos julgamentos para a comparação em pares

entre as variáveis de impacto ficou bem acima de 0,1 para todos os respondentes.

Avaliação: Diante deste resultado: inconsistência inaceitável dos julgamentos de uma parte dos respondentes (critério único da modalidade 2), a equipe de decisão procedeu a repetição do ciclo de coleta de dados, visando obter julgamentos consistentes.

PC-9I-B – Segunda tentativa de realizar a comparação em pares para variáveis de impacto

Coleta e realimentação dos dados: Realizou-se um novo ciclo de coleta de dados de julgamentos apenas para esses 4 respondentes (Quadro 67).

*QUADRO 67 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE IMPACTO (2º CICLO).
ELABORADO PELO AUTOR.*

Pares em comparação →	Benefício financeiro x eficiência de produção		Benefício financeiro x Satisfação do cliente		Eficiência de produção x Satisfação do cliente	
	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty
Participante 1	Benefício Financeiro	7	Satisfação de Cliente	2	Satisfação de Cliente	4
Participante 2	Eficiência de Produção	5	Benefício Financeiro	2	Eficiência de Produção	5
Participante 3	Benefício Financeiro	6	Não tem	1	Satisfação de Cliente	7
Participante 4	Eficiência de Produção	5	Satisfação de Cliente	7	Eficiência de Produção	2
Participante 5	Eficiência de Produção	8	Satisfação de Cliente	8	Não tem	1

Os julgamentos individuais (Quadro 67) foram inseridos no *software* gerando-se os resultados (Tabela 7). Esse resultados para novos dados coletados para os respondentes 2, 3, 4 e 5, mantendo-se os resultados para o respondente 1, foram apresentados à equipe de decisão em uma reunião de feedback, pelo pesquisador.

TABELA 7 – PESOS DAS VARIÁVEIS DE IMPACTO (2º CICLO). ELABORADO PELO AUTOR.

Participantes	Benefício Financeiro	Eficiência de Produção	Satisfação do Cliente	Inconsistência
Participante 1	0,39461	0,08559	0,51980	0,17012
Participante 2	0,17862	0,70886	0,11252	0,05156
Participante 3	0,45227	0,07160	0,47612	0,00254
Participante 4	0,07684	0,54153	0,38163	0,11438
Participante 5	0,06262	0,47912	0,45826	0,00191

Análise dos dados: Do ponto de vista do AHP, tais resultados foram considerados aceitos uma vez que a maior inconsistência (0,17012, para o respondente 1) poderia ser considerada aceitável.

Com o pesquisador, a equipe de decisão realizou a análise dos pesos obtidos. Cada membro foi convidado a apresentar os motivos de suas preferências e respectivas pontuações na escala de Saaty (1980).

Durante o debate o participante 2 convenceu os demais que estes haviam se equivocado na atribuição dos pesos. O argumento utilizado pelo participante 2 foi de que os projetos a serem escolhidos não precisariam impactar prioritariamente a satisfação dos clientes uma vez que o status da satisfação de cliente é satisfatório e que a demanda atual por eficiência de produção é superior.

Avaliação: Após o debate, se atingiu consenso quanto à necessidade de realizar novos julgamentos para as variáveis de impacto uma vez que a qualidade dos dados foi considerada insatisfatória (critério geral 2, modalidade 1). A partir desta posição a equipe decidiu-se por realizar outro ciclo de julgamentos para todos os participantes, com exceção do participante 2.

Aprendizado 10: Membros da equipe de decisão, antes de responderem às perguntas quanto à comparação em pares das variáveis, devem ser orientados para não fazerem comparações para situações genéricas e definir preferência tendo em mente a importância real relativa de cada variável no contexto atual da empresa.

PC-9I-C – Terceira tentativa de realizar a comparação em pares para variáveis de impacto

Coleta e realimentação dos dados: Após a realização do 3º ciclo de julgamentos das variáveis de impacto, o resultado ficou conforme Quadro 68.

QUADRO 68 – JULGAMENTOS INDIVIDUAIS PARA VARIÁVEIS DE IMPACTO (3º CICLO).

Pares em comparação →	Benefício financeiro x eficiência de produção		Benefício financeiro x Satisfação do cliente		Eficiência de produção x Satisfação do cliente	
	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty	Preferência por	Valor na escala Saaty
Participante 1	Benefício Financeiro	7	Benefício Financeiro	8	Eficiência de Produção	3
Participante 2	Eficiência de Produção	5	Benefício Financeiro	2	Eficiência de Produção	5
Participante 3	Benefício Financeiro	4	Benefício Financeiro	8	Eficiência de Produção	3
Participante 4	Eficiência de Produção	5	Não tem	1	Eficiência de Produção	6
Participante 5	Eficiência de Produção	8	Benefício Financeiro	2	Eficiência de Produção	8

Os julgamentos individuais foram inseridos no *software* (Tabela 8).

TABELA 8 – PESOS DAS VARIÁVEIS DE IMPACTO (3º CICLO). ELABORADO PELO AUTOR.

Participantes	Benefício Financeiro	Eficiência de Produção	Satisfação do Cliente	Inconsistência
Participante 1	0,77659	0,15304	0,07037	0,10037
Participante 2	0,17862	0,70886	0,11252	0,05156
Participante 3	0,71665	0,20509	0,07862	0,01759
Participante 4	0,13785	0,73243	0,12972	0,00355
Participante 5	0,12532	0,79573	0,07895	0,05156

Análise dos dados: Do ponto de vista do *AHP*, tais resultados foram considerados aceitos uma vez que a maior inconsistência, 0,10037, para o respondente 1 é inferior a 0,2, podendo assim ser considerada aceitável.

Avaliação: Diante deste resultado (inconsistência aceitável), sendo atingidos todos os critérios das modalidades 1 e 2, a equipe de decisão considerou que os dados obtidos poderiam ser utilizados.

Entretanto, a utilização do *AHP* para decisão em grupo requer a agregação dos julgamentos individuais.

Planejamento e implementação de ações: Para isso, o pesquisador informou sobre a necessidade de se realizar a agregação dos julgamentos individuais (para os dois conjuntos de variáveis) e também informou sobre as duas técnicas alternativas utilizadas para realizar esta agregação e quanto ao motivo da aplicação da *AJI* e não da *AIP*.

O pesquisador orientou a aplicação do método *AJI* (*Aggregation of Judgements Individuals*) que é feito por meio do cálculo da média geométrica entre os pesos obtidos de cada um dos tomadores de decisão para cada uma das variáveis.

A Tabela 9 apresenta todo o conjunto de pesos obtidos pela comparação em pares, com o apoio do *software SuperDecisions* e também as respectivas médias (aritmética e geométrica) para cada uma das variáveis.

O cálculo dos pesos no caso do método *AIJ* foi feito utilizando-se a média geométrica dos julgamentos individuais.

Avaliação: O resultado intencional deste pequeno ciclo é de atribuir pesos apropriados para todas as variáveis de esforço e variáveis de impacto. Conforme os critérios definidos com os participantes (modalidades 1 e 2), o resultado foi considerado atingido.

Aprendizado 11: Foi assimilado o método para integrar as saídas do *AHP* (do processamento dos julgamentos individuais) para o caso de tomada de decisão em grupo, o que foi necessário já que foi utilizado o *software* que não faz as integrações automaticamente (*SuperDecisions*).

TABELA 9 – AGREGAÇÃO DE JULGAMENTOS INDIVIDUAIS. ELABORADO PELO AUTOR.

Participantes	Variáveis de Esforço		
	Capital Requerido	Disponibilidade de Dados	Habilidades Requeridas
1	0,19388	0,06325	0,74287
2	0,19907	0,06755	0,73338
3	0,2067	0,05811	0,73519
4	0,45227	0,0716	0,47612
5	0,76116	0,07261	0,16623
Média aritmética	0,3626	0,0666	0,5707
Média geométrica	0,3074	0,0066	0,5014
Participantes	Variáveis de Impacto		
	Benefício Financeiro	Eficiência de Produção	Satisfação do Cliente
1	0,77659	0,15304	0,07037
2	0,17862	0,70886	0,11252
3	0,71665	0,20509	0,07826
4	0,13785	0,73243	0,12972
5	0,12532	0,79573	0,07895
Média aritmética	0,3873	0,5216	0,0939
Média geométrica	0,2798	0,4193	0,0913

5.1.12. DETERMINAR O VALOR DOS PROJETOS: PEQUENO CICLO 10

Em seguida, foi iniciada a etapa com o propósito de determinar o valor de cada projeto utilizando os pesos obtidos na etapa anterior, a qual foi realizada sem repetição do ciclo.

Coleta e realimentação dos dados: Foram então colhidas as classificações individuais atribuídas por cada membro da equipe de decisão a cada projeto em relação a cada uma das variáveis (de esforço e de impacto), tomadas na escala de três níveis. Para a coleta deste dado o pesquisador realizou entrevista individual com cada membro da equipe de decisão.

Análise dos dados: Após tais entrevistas foi realizada uma reunião para apreciar e analisar os resultados dos julgamentos individuais, que foram apresentados

anonimamente. Nesta reunião os membros, sem revelar sua classificação, trocaram informações e impressões que influenciaram suas opções.

Em seguida, os membros da equipe de decisão foram informados que poderiam ajustar as suas avaliações considerando as informações obtidas dos colegas e que uma nova coleta de dados seria feita dentro de duas horas, o que foi considerado, pela equipe de decisão, como o suficiente para que cada membro ponderasse e ajustasse os seus julgamentos.

Assim, as avaliações iniciais foram desprezadas e o pesquisador realizou uma nova série de entrevistas para coletar os dados das avaliações. Foi questionado pelos participantes quanto à possibilidade dos membros se absterem de pontuar naqueles quesitos que se considerassem sem base suficiente.

Esta questão foi debatida pela equipe, com o pesquisador e decidiu-se, por unanimidade, que a abstenção de pontuação seria aceita e que isso seria benéfico ao resultado da tomada de decisão em grupo já que avaliações incertas deixariam de ser computadas.

Após esta 2ª coleta, o pesquisador compilou os dados e trouxe mais uma vez para a equipe, em uma nova reunião de *feedback*, na qual, por meio de discussão e apresentação de argumentos, dados, informações e negociação, se buscou e atingiu o consenso quanto à pontuação a ser atribuída a cada um dos projetos em relação a cada uma das variáveis (Tabela 10).

Planejamento e implementação das ações: Como ação final, já prevista pelo método *GSM_SSP*, foi calculado o índice de priorização, que é a razão simples entre as pontuações de esforço e impacto, conforme apresentado na Tabela 11.

Avaliação: O resultado intencional deste pequeno ciclo era determinar o valor de cada projeto (critério único da modalidade 2), por meio do *PR – Priority Rate* (índice de priorização). Conforme os critérios definidos com os participantes (modalidades 1 e 2) esse resultado foi atingido.

TABELA 10 – MATRIZ DE RELACIONAMENTO CENTRAL. ELABORADO PELO AUTOR.

Variáveis de esforço	Capital Requerido	Disponibilidade de Dados	Habilidades Requeridas	Pontuação final
Peso	0,3074	0,0066	0,5014	
Projeto 1	3	1	3	2,433
Projeto 2	3	3	1	1,443
Projeto 3	9	3	1	3,288
Projeto 4	1	9	9	4,880
Projeto 5	3	3	3	2,446
Projeto 6	1	9	9	4,880
Projeto 7	1	3	9	4,840
Projeto 8	9	9	9	7,339
Projeto 9	9	3	3	4,291
Variáveis de impacto	Benefício Financeiro	Eficiência de Produção	Satisfação do Cliente	Pontuação final
Peso	0,2798	0,4193	0,0913	
Projeto 1	1	3	1	1,629
Projeto 2	9	9	9	7,114
Projeto 3	9	9	9	7,114
Projeto 4	3	3	1	2,189
Projeto 5	1	3	1	1,629
Projeto 6	9	9	1	6,384
Projeto 7	3	3	1	2,189
Projeto 8	9	9	9	7,115
Projeto 9	1	1	1	0,790

Nota (1). Escala de avaliação: 9 (alto relacionamento entre o projeto e a variável); 3 (médio); 1 (baixo).

Nota (2). Projeto 1: Reduzir desvio de corte; Projeto 2: Aumentar a disponibilidade dos tornos CNC Mazak; Projeto 3: Aumentar a disponibilidade dos tornos CNC Nardini; Projeto 4: Aumentar a vida útil de ferramentas de corte (insertos); Projeto 5: Reduzir quebra de punção na gravação com furo no centro; Projeto 6: Aumentar a vida útil de ferramentas de conformação (laminador de rosca); Projeto 7: Reduzir o retrabalho nas peças com falha de rosca; Projeto 8: Solução para retoque de pintura; Projeto 9: Aumentar a capacidade de processo para a característica de rugosidade em prisioneiros sem haste (com alívio).

5.1.13. APROVAR PARA EXECUÇÃO: PEQUENO CICLO 11

A única diretriz estabelecida pelo método *GSM_SSP* para esta etapa é que a organização se reúna para estabelecer quantos e quais projetos deverão ser executados, levando em consideração os recursos disponíveis e demais ponderações a critério da empresa.

TABELA 11 – ÍNDICE DE PRIORIZAÇÃO PARA CADA PROJETO. ELABORADO PELO AUTOR.

Projetos	Pontuação final para matriz projeto-esforço	Pontuação final para matriz projeto-impacto	PR – Priority Rate
Projeto 1	2,43	1,63	1,49
Projeto 2	1,44	7,11	0,20
Projeto 3	3,29	7,11	0,46
Projeto 4	4,88	2,19	2,23
Projeto 5	2,45	1,63	1,50
Projeto 6	4,88	6,38	0,76
Projeto 7	4,84	2,19	2,21
Projeto 8	7,34	7,11	1,03
Projeto 9	4,29	0,79	5,43

Nota. Projeto 1: Reduzir desvio de corte; Projeto 2: Aumentar a disponibilidade dos tornos CNC Mazak; Projeto 3: Aumentar a disponibilidade dos tornos CNC Nardini; Projeto 4: Aumentar a vida útil de ferramentas de corte (insertos); Projeto 5: Reduzir quebra de punção na gravação com furo no centro; Projeto 6: Aumentar a vida útil de ferramentas de conformação (laminador de rosca); Projeto 7: Reduzir o retrabalho nas peças com falha de rosca; Projeto 8: Solução para retoque de pintura; Projeto 9: Aumentar a capacidade de processo para a característica de rugosidade em prisioneiros sem haste (com alívio). Nota: Os 4 candidatos a projetos com PR mais favoráveis foram sombreados.

Coleta e realimentação dos dados: Para efeito deste ciclo de pesquisa-ação tomou-se como dados a serem coletados recursos disponíveis e ponderações a critério da empresa. Assim, uma reunião da equipe de decisão foi convocada para que fosse definido, em conjunto, quanto a eventual necessidade de dados complementares para a tomada das decisões em questão: quantos e quais projetos deverão ser implementados?

A equipe de decisão, após ponderações iniciais, optou por avaliar a possibilidade de trabalhar com um portfólio de projetos seis sigma, dois ou mais candidatos a projetos com PR mais favorável. Assim teve início um processo visando ponderar quanto à possibilidade de execução simultânea dos projetos com PR mais favorável. Neste sentido, cada membro da equipe de decisão foi convocado a apresentar suas ponderações em relação a cada um dos quatro candidatos a projetos com PR mais favorável. Durante essa reunião, a equipe de decisão atingiu um entendimento comum no sentido de que, apenas ao final da etapa “Definir” (DMAIC), haveria condições para uma avaliação embasada de cada um dos seis candidatos a projetos. A partir deste entendimento, optou-se por mudar o foco da discussão no sentido de avaliar: a) a interdependência entre os candidatos a projetos; b) o quanto estes quatro candidatos competiriam pelos mesmos recursos humanos.

Concluiu-se que não existia relação significativa de interdependência entre os quatro candidatos a projetos.

Para avaliar a questão de recursos humanos, foi elaborada a matriz (Quadro 69) que é o resultado da discussão em relação aos setores que estariam envolvidos em cada um dos quatro candidatos a projetos.

QUADRO 69 – MATRIZ PARA AVALIAÇÃO DOS RECURSOS. ELABORADO PELO AUTOR.

	Manutenção	Engenharia	Usinagem	Tratamento Superficial	Qualidade	PCP
Projeto 2	X	X	X			Líder
Projeto 3	X	X	X			Líder
Projeto 6	X	Líder	X		X	
Projeto 8	X	X		Líder	X	

Nota. Projeto 2: Aumentar a disponibilidade dos tornos CNC Mazak; Projeto 3: Aumentar a disponibilidade dos tornos CNC Nardini; Projeto 6: Aumentar a vida útil de ferramentas de conformação (laminador de rosca); Projeto 8: Solução para retoque de pintura.

Análise dos dados: Durante a análise desses dados pela equipe, ponderou-se que: a) a área de manutenção seria demandada por todos os quatro candidatos a projetos e isso poderia trazer consequências indesejáveis; b) a demanda por disponibilidade é maior para os tornos CNC Mazak; c) seria necessário e possível prover mão-de-obra externa para suporte a manutenção e engenharia para os projetos 2, 3 e 8.

Além disso, foi realizada uma análise preliminar do ponto de vista de necessidade de aporte financeiro. Concluiu-se, baseado em uma avaliação preliminar, que a empresa só poderia arcar com o conjunto formado pelos projetos 2, 3 e 6, uma vez que a soma dos investimentos previstos para estes três projetos se aproxima do total de recursos que a empresa dispõe para a realização de projetos seis sigma.

Considerando todas as ponderações, tanto quanto à necessidade de recursos humanos e financeiros, optou-se por aprovar para a execução dos projetos 2, 3 e 6, sendo que o projeto 3 seria iniciado posteriormente a conclusão do projeto 2 uma vez que compete pela mesma equipe. Além disso, o projeto 3 poderá usufruir da experiência adquirida com a execução do projeto 2 uma vez que são da mesma natureza. O projeto 8 poderá ser contemplado no ciclos futuros de

seleção de projetos, fora do escopo dessa pesquisa. Os demais projetos gerados nessa pesquisa também serão reavaliados nos futuros ciclos.

Planejamento e implementação das ações: Assim, considerando os projetos aprovados foi definido que a organização realizaria a capacitação dos membros das equipes a serem designadas para estes projetos iniciais por meio de treinamento externo programado para o mês de novembro.

Avaliação: O resultado intencional deste ciclo era a definição sobre quantos e quais projetos serão executados. Conforme o critério definido pelos participantes (modalidades 1 e 2) este resultado teria sido atingido.

5.1.14. SÍNTESE DA PESQUISA-AÇÃO

O método proposto *GSM_SSP* foi aplicado, avaliado e descrito por meio da condução de ciclos de pesquisa-ação correspondentes a cada uma de suas etapas, em uma indústria do setor metal mecânico, líder no fornecimento de fixadores para o segmento de aero geradores eólicos, detentora de 65% do mercado nacional destes produtos e localizada no interior do estado de São Paulo no período de agosto a novembro de 2017.

Antes do início da aplicação do método *GSM_SSP*, foram tomados cuidados, abrangendo a elaboração de roteiros e formulários com base na literatura, realização de treinamentos, repasse dos conteúdos dos roteiros antes da execução de cada etapa, utilização de critério de avaliação da facilidade de entendimento do método, e a busca pelas simplificações necessárias, fornecimento de apostilas a cada membro da equipe de decisão com o referencial teórico e com os roteiros e formulários.

Foi realizado um único ciclo completo abrangendo as 10 etapas. Entretanto, também foram realizados pequenos ciclos para cada uma das atividades menores (THIOLLENT, 2003). No caso as atividades menores foram cada uma das etapas do método *GSM_SSP*. Em todos os ciclos, os resultados das ações

foram avaliados conforme critérios estabelecidos com o participantes (Quadro 50). O resultado desta avaliação é apresentado no Quadro-resumo (Quadro 70). O exame do Quadro-resumo evidencia que, para quatro etapas (etapas 1, 2, 6 e 9) foi necessária a repetição dos ciclos, pois os resultados das ações dos ciclos originais de cada uma destas etapas, na avaliação dos participantes e do pesquisador, não atendiam aos critérios de avaliação pré-determinados de comum acordo com os participantes (Quadro 50).

QUADRO 70 – QUADRO-RESUMO DA PESQUISA-AÇÃO. ELABORADO PELO AUTOR.

Ciclos	Período	Etapas do método proposto: GSM_SSP	Atividades executadas (roteiros)	Critérios de avaliação	Avaliação	Melhoria e aprendizagem
1A	1 a 4 de Agosto	Compor equipe	Conforme roteiro (Quadro 20)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Falha no atendimento ao critério geral número 5 → As diretrizes originais do método não foram suficientes para atingir o objetivo da etapa, pois a equipe designada no primeiro ciclo foi considerada incompleta pelos próprios membros designados.	Aprendizado 1: a participação de pessoal responsável pelas operações-chave dos processos estrategicamente priorizados não deve figurar como sendo apenas desejável, deve ser mandatória.
				2 Critérios da modalidade 2 aplicáveis a etapa de compor a equipe (Participação da direção/gerência na equipe e Representatividade das áreas da empresa na equipe).	Todos os critérios atendidos.	
1B	7 a 9 de Agosto			Critério criado durante a avaliação da primeira execução do pequeno ciclo 1 (1A): Participação do pessoal responsável pelas operações-chave dos processos estrategicamente priorizados deve ser mandatória.	Critério não atendido: os dois responsáveis pelas operações chave estavam ausentes (usinação e tratamento superficial).	Aprendizado 2: É recomendável que a etapa 1 original (compor e treinar equipe para SPSS) seja dividida em duas com critérios de avaliação específicos.
				5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	
				2 Critérios da modalidade 2 aplicáveis a etapa de compor a equipe (Participação da direção/gerência na equipe e Representatividade das áreas da empresa na equipe).	Todos os critérios atendidos.	
				Critério criado durante o ciclo: Participação do pessoal responsável pelas operações-chave dos processos estrategicamente priorizados deve ser mandatória.	Critério atendido.	Oportunidade de Melhoria 1: Motivos de perdas de oportunidades comerciais não foram explorados como candidatos a projetos.

CONTINUA

CONTINUAÇÃO						
Ciclos	Período	Etapas do método proposto: GSM_SSP	Atividades executadas (roteiros)	Critérios de avaliação	Avaliação	Melhoria e aprendizagem
2A	16 a 18 de Agosto			5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50. Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de treinar a equipe: assimilação inicial das diretrizes do método GSM_SSP considerada não satisfatória.	Falha no atendimento ao critério geral número 5 → As diretrizes originais do método não foram suficientes para atingir o objetivo da etapa, pois a assimilação inicial das diretrizes do método GSM_SSP não foi considerada satisfatória.	<p><u>Aprendizado 3:</u> o planejamento do treinamento deve ser ajustado em 3 aspectos: a) aumentar carga horária para 6 h; b) prever a discussão de cada um dos roteiros das etapas do método GSM_SSP com os membros da equipe designada; c) incluir a explicação de um exemplo real de aplicação do método; d) simplificação dos roteiros eliminando redundâncias e retirando campos de assinatura.</p> <p><u>Oportunidade de Melhoria 2:</u> Grau de capacitação da equipe de decisão para realizar 2º ciclo de forma emancipada é duvidosa.</p>
	21 a 22 de Agosto	Treinar a equipe para SPSS	Conforme roteiro (Quadro 20)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50. Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de treinar a equipe: assimilação inicial das diretrizes do método GSM_SSP considerada Satisfatória.	Todos os critérios atendidos. Critério atendido.	
2B						

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

Ciclos	Período	Etapas do método proposto: GSM_SSP	Atividades executadas (roteiros)	Critérios de avaliação	Avaliação	Melhoria e aprendizagem
3	23 a 29 de Agosto	Obter e utilizar as métricas críticas para os clientes (VOC)	Conforme roteiro (Quadro 22)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	Oportunidade de Melhoria 3: A aplicação do método GSM_SSP foi exclusivamente na linha de prisioneiros para clientes do segmento eólico.
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de obter e utilizar as métricas críticas para os clientes (VOC): identificação de áreas de insatisfação que possam ser tomadas como alvos para a geração de projetos seis sigma.	Critério atendido.	
4	30 de Agosto a 5 de Setembro	Obter e utilizar os objetivos estratégicos (VOB)	Conforme roteiro (Quadro 24)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	Oportunidade de Melhoria 4: Insuficiente qualidade das informações de paradas de manutenção e de produtividade.
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de obter e utilizar os objetivos estratégicos (VOB): Determinação dos assuntos críticos para o negócio.	Todos os critérios atendidos.	
5	6 a 8 de Setembro	Integrar as informações (VOC + VOB)	Conforme roteiro (Quadro 26)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	Aprendizado 4: A mera integração das informações de VOC e VOB é insuficiente para gerar alternativas de projetos.
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de integrar as informações: informações de métricas críticas para os clientes e assuntos críticos para o negócio integradas.	Critério atendido.	

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

Ciclos	Período	Etapas do método proposto: GSM_SSP	Atividades executadas (roteiros)	Critérios de avaliação	Avaliação	Melhoria e aprendizagem
6A	11 a 13 de Setembro	Obter e utilizar dados de processos-chave (VOP)	Conforme roteiro (Quadro 28)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Falha no atendimento ao critério geral número 5 → As diretrizes originais do método não foram suficientes para atingir o objetivo da etapa, pois não foram suficientes para gerar um conjunto de candidatos a projetos que correspondesse às necessidades da unidade de análise.	<p>Aprendizado 5: diretrizes originais da etapa VOP estavam incompletas.</p> <p>Aprendizado 6: método de pesquisa-ação é capaz de, em ambiente favorável, produzir soluções diante de dificuldades.</p> <p>Aprendizado 7: A solução proposta (questionário customizado para investigação das operações combinada com estratégia de aplicação por duplas que aliassem conhecimento técnico e informação atualizada sobre a operação) é capaz de gerar projetos.</p> <p>Oportunidade de Melhoria 5: Não foram explorados projetos para a melhoria do processo de planejamento e controle de produção.</p>
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de obter e utilizar dados de processos-chave: geração de um conjunto de candidatos a projetos que, do ponto de vista dos participantes, corresponda às necessidades da unidade de análise utilizando-se os dados dos processos-chave.	O conjunto de projetos que estavam sendo gerados não correspondia às necessidades da unidade de análise.	
6B	14 a 22 de Setembro			5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50. Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de obter e utilizar dados de processos-chave: geração de um conjunto de candidatos a projetos que, do ponto de vista dos participantes, corresponda às necessidades da unidade de análise utilizando-se os dados dos processos-chave.	Critério atendido.	

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

Ciclos	Período	Etapas do método proposto: GSM_SSP	Atividades executadas (roteiros)	Critérios de avaliação	Avaliação	Melhoria e aprendizagem
7	25 a 27 de Setembro	Dividir os projetos grandes e complexos	Conforme roteiro (Quadro 30)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	Aprendizado 8: desenvolvimento de processo para avaliar os candidatos a projetos em relação à complexidade.
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de dividir os projetos grandes e complexos: lista de projetos potenciais já examinados quanto à necessidade de divisão.	Critério atendido.	
8	28 a 29 de Setembro	Determinar as variáveis de esforço e variáveis de impacto	Conforme roteiro (Quadro 32)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	Aprendizado 9: falta um rol critérios que possam ser tomados como variáveis de esforço e de impacto.
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de determinar as variáveis de esforço e variáveis de impacto: variáveis de esforço e de impacto definidas de comum acordo entre os participantes como representantes das necessidades da unidade de análise.	Critério atendido.	

CONTINUA

CONTINUAÇÃO							
Ciclos	Período	Etapas do método proposto: GSM_SSP	Atividades executadas (roteiros)	Critérios de avaliação	Avaliação	Melhoria e aprendizagem	
9A	2 a 11 de Outubro			5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50. Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de determinar o peso das variáveis: pesos de cada variável definidos com consistência aceitável $\rightarrow < 0,1$ (Saaty, 1980) ou $< 0,2$ (Martens e Carvalho, 2017).	Falha no atendimento ao critério geral número 2 \rightarrow A qualidade dos dados foi considerada <u>não</u> satisfatória (por não ter atendido a consistência). Critério não atendido: presença de julgamentos inconsistentes.	<p><u>Aprendizado 10:</u> Os membros da equipe de decisão, antes de responderem às perguntas quanto à comparação em pares das variáveis, devem ser orientados para não fazerem comparações para situações genéricas e definir preferências tendo em mente a importância real relativa de cada variável no contexto atual da empresa.</p> <p><u>Aprendizado 11:</u> foi assimilado o método para integrar as saídas do AHP para o caso de tomada de decisão em grupo.</p>	
	9B	13 a 20 de Outubro	Conforme roteiro (Quadro 34)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50. Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de determinar o peso das variáveis: pesos de cada variável definidos com consistência aceitável $\rightarrow < 0,1$ (Saaty, 1980) ou $< 0,2$ (Martens e Carvalho, 2017).	Falha no atendimento ao critério geral número 2 \rightarrow A qualidade dos dados foi considerada <u>não</u> satisfatória (pelo fato dos respondentes terem feito comparações para situações genéricas sem considerar devidamente a importância real relativa de cada variável no contexto da empresa). Critério atendido.		
9C	23 a 30 de Outubro			5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50. Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de determinar o peso das variáveis: pesos de cada variável definidos com consistência aceitável $\rightarrow < 0,1$ (Saaty, 1980) ou $< 0,2$ (Martens e Carvalho, 2017).	Todos os critérios atendidos. Critério atendido.		

CONTINUA

Ciclos	Período	Etapas do método proposto: GSM_SSP	Atividades executadas (roteiros)	Critérios de avaliação	Avaliação	Melhoria e aprendizagem
10	3 a 7 de Novembro	Determinar o valor dos projetos utilizando <i>Forced Ranking</i>	Conforme roteiro (Quadro 36)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de determinar o valor dos projetos utilizando <i>Forced Ranking</i> : valor de cada projeto definido.	Critério atendido.	
11	9 a 13 de Novembro	Aprovar projetos para realização	Conforme roteiro (Quadro 38)	5 Critérios gerais (modalidade 1) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	
				Critério único da modalidade 2 aplicável à etapa de aprovar para execução: definição sobre quantos e quais projetos serão executados.	Critério atendido.	
Ciclo abrangente	14 a 17 de Novembro	Conjunto das etapas	Avaliação dos dois objetivos da pesquisa-ação	Critério único para o objetivo técnico (modalidade 3) Quadro 50.	Critério atendido.	Aprendizado 12: Os critérios de avaliação específicos para os pequenos ciclos (modalidade 2) (Quadro 50) deveriam ser incorporados ao método GSM_SSP.
				5 Critérios para o objetivo científico (modalidade 4) Quadro 50.	Todos os critérios atendidos.	

Nota (1). Aprendizados se referem às melhorias no método GSM_SSP e se desdobram no plano de ação do pesquisador. Oportunidades de melhorias se referem às melhorias nas condições para gerar e selecionar projetos seis sigma pela empresa para os futuros ciclos além do escopo desta pesquisa, e se desdobram no plano de ação da empresa.

Nota (2). Na coluna de avaliação as avaliações com reprovação foram sombreadas.

5.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Atendendo ao primeiro objetivo, esta pesquisa identificou conceitos de gerenciamento de projetos (projeto, portfólio de projetos, gerenciamento de portfólio de projetos) e de seis sigma. Foram identificadas 35 publicações com abordagens para SPSS (Quadro 10) e priorizados 12 estudos com 14 abordagens (Quadro 11), com base nos critérios de exclusão indicados no Quadro 10. Foi identificado um conjunto de 12 requisitos para abordagens de seleção de projetos seis sigma apontados por 23 estudos publicados no período de 2000 a 2015 (Quadro 12).

Foi identificado que, a partir do ano 2002, um grupo de pesquisadores começou a apontar na direção da geração de projetos. No período de 2008 a 2010 foram publicados os 3 estudos com proposições de abordagens que abrangem a geração de projetos seis sigma. Na mesma linha, foi identificada uma lacuna de geração de portfólio.

Uma contribuição desta dissertação foi o desenvolvimento de um método *GSM_SSP*, destinado à geração e SPSS, o qual reúne três características: a) atender aos oito requisitos mais recorrentes para abordagens; b) utilizar um método de apoio à tomada de decisões mais utilizado na prática em relação aos demais (*AHP*); c) trazer uma fase dedicada à geração de candidatos a projetos que reúne três vozes (voz do cliente, voz do negócio e voz do processo).

Ao final do conjunto das 10 etapas do método proposto *GSM_SSP*, completado o ciclo amplo, verificou-se que, tanto o critério para o objetivo técnico: realização da geração e SPSS (modalidade 3, Quadro 50) quanto os critérios para o objetivo científico (modalidade 4, Quadro 50), foram atingidos. Verificou-se também que as duas expectativas inicialmente colocadas pela empresa foram atendidas: a geração e SPSS (objetivo técnico) e a agregação de conhecimento para os funcionários quanto a métodos para melhoria de processos. Deste modo, tornou-se possível afirmar que o resultado da aplicação do método proposto foi positivo.

Cada uma das etapas do método *GSM_SSP* foi avaliada por cada participante da empresa. O resultado da avaliação permite concluir que o método foi considerado, em geral, de baixa complexidade.

O resultado da avaliação foi o seguinte:

- Todos os membros da equipe de decisão consideraram de baixa complexidade 8 das 11 etapas do *GSM_SSP* (compor a equipe de decisão, treinar equipe, obter e utilizar as métricas críticas para os clientes, obter e utilizar os objetivos estratégicos, integrar as informações, determinar variáveis de esforço e variáveis de impacto, determinar o valor dos projetos e aprovar para execução);
- As demais três etapas foram avaliadas como moderadamente complexas;
- Para cada uma destas 3 etapas foram tomadas as ações propostas pelos participantes a fim de reduzir esta complexidade.
- Para reduzir a complexidade da etapa denominada obter e utilizar os dados dos processos-chave, foi desenvolvido um questionário customizado para investigação das operações (Apêndice A);
- Para reduzir a complexidade da etapa denominada dividir os projetos grandes e complexos foi desenvolvida uma matriz para análise de complexidade (Quadro 59);
- Para reduzir a complexidade da etapa denominada determinar o peso das variáveis (utilizando *AHP* e *PDM*) a solução foi prover treinamento na aplicação de *AHP* incluindo utilização de *software SuperDecisions*, agregação de julgamentos individuais incluindo cálculo de média geométrica.

Foram colhidos aprendizados, registrados no Quadro-resumo (Quadro 70) e no Plano de Ação do Pesquisador (Apêndice C). Estes aprendizados resultaram em modificações em todos os aspectos do método *GSM_SSP*: em seu desenho, nos roteiros das etapas e nos formulários.

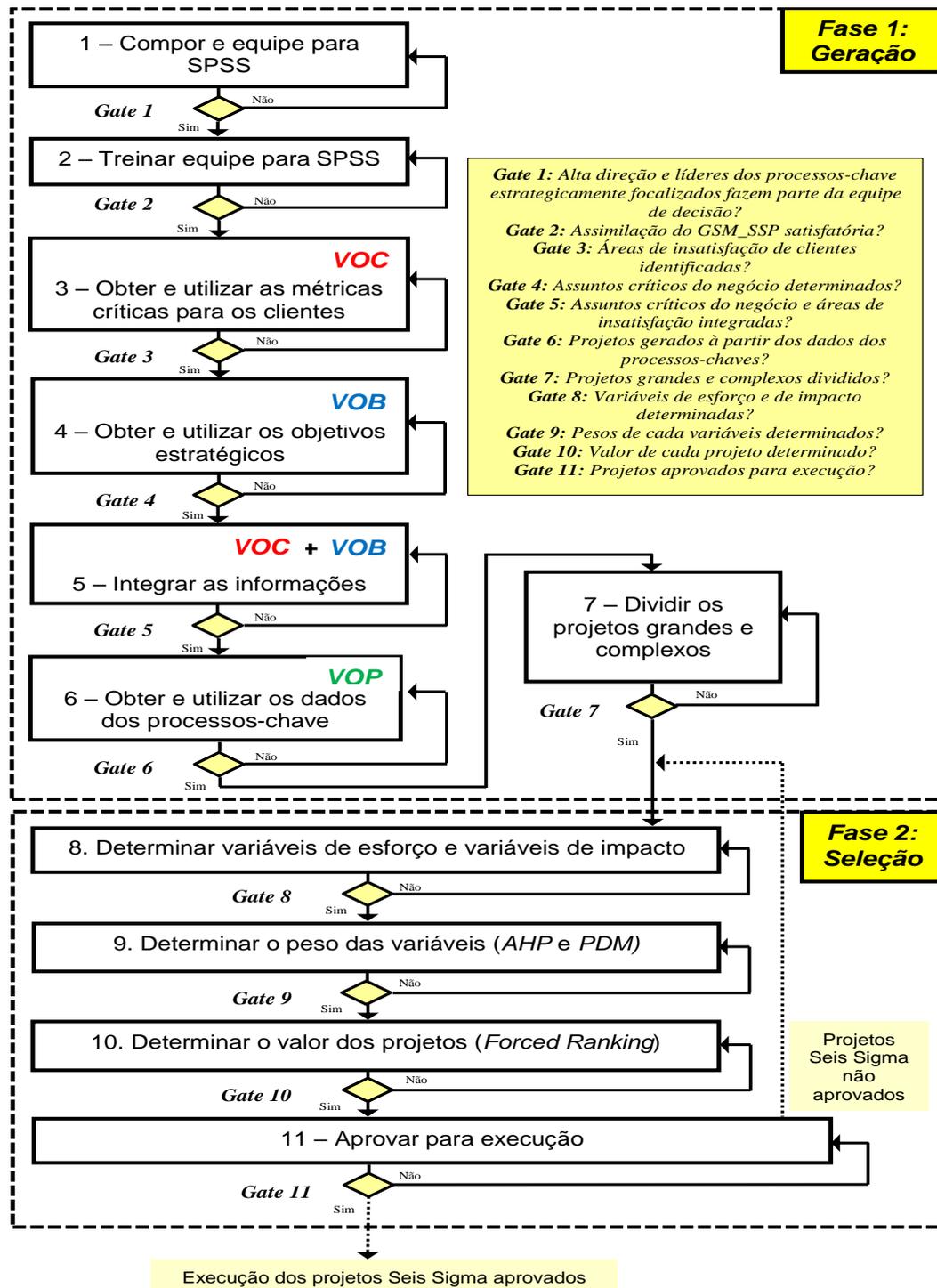
Os aprendizados que afetaram o desenho do método *GSM_SSP* foram:

- Opção por subdivisão da etapa 1 original, antes denominada “Compor e Treinar a equipe SPSS”, em 2 etapas visando dar importância à composição da equipe;
- Inserção de saída final para a execução dos projetos seis sigma;
- Inserção de *Gates* após a finalização de cada etapa, utilizando os critérios específicos para a avaliação das etapas do método *GSM_SSP* (modalidade 2, Quadro 50) desenvolvidos com os participantes.

Em conjunto com os participantes da empresa, foram estabelecidos critérios para a avaliação de cada uma das etapas do método *GSM_SSP*. Este conhecimento (critérios de avaliação específicos para cada uma das etapas - modalidade 2), gerado pelo fato da pesquisa-ação ter sido a metodologia de pesquisa selecionada, foi incorporado ao método *GSM_SSP* na forma de *Gates* após cada uma de suas etapas, confirmando o acerto da pesquisa-ação como metodologia dessa pesquisa. Além disso, a aplicação deste conhecimento no método *GSM_SSP* comprova outro argumento de Thiollent (2011), que afirma que o ganho de conhecimento na pesquisa-ação é obtido por meio da observação e da avaliação das ações.

Após estas modificações, o desenho final do método *GSM_SSP* ficou conforme a Figura 14.

Das ações que não obtiveram êxito nessa pesquisa-ação destacam-se as três seguintes: a) a primeira tentativa de composição da equipe de decisão; b) o desdobramento de candidatos a projetos por meio da combinação de áreas de insatisfação de clientes com os objetivos estratégicos; e c) a geração de projetos por meio da análise dos dados dos processos-chave.



Nota (1). Elaborado pelo autor baseado em Carvalho (2002); Hu *et al.* (2008), Su e Chou (2008), Azar e Faradi (2008); Kumar *et al.* (2009), Yang e Hsieh (2009), Ray e Das (2010), Saghaei e Didekhani (2011), Dutra *et al.* (2014) e Farsijani *et al.* (2015)

Nota (2). Voice of Customer (VOC); Voice of Business (VOB); Voice of Process (VOP) conforme Kumar *et al.* (2009)

Nota (3). PDM (Project Desirability Matrix) conforme Kumar *et al.* (2009)

Nota (4). Analytic Hierarchy Process (AHP) conforme Saaty (2008)

Nota (5). Forced Ranking conforme Grote (2005)

FIGURA 14 – MÉTODO GSM_SSP FINAL. ELABORADO PELO AUTOR.

No primeiro caso, o método *GSM_SSP* incorporou, como parte da etapa 1, compor e treinar a equipe, baseado em diversos autores que preconizam a participação da alta direção na seleção de projetos. Contudo, a própria equipe de decisão inicialmente formada, durante a avaliação do ciclo PC-1.A, recomendou a inclusão dos donos dos processos-chave, fazendo com que a configuração da equipe se tornasse semelhante à equipe, que identificou os candidatos a projetos de seu estudo. Desse modo essa pesquisa reforça a necessidade da participação dos donos dos processos-chave entre os participantes da equipe designada para gerar e selecionar projetos.

No segundo caso, o método *GSM_SSP* incorporou a etapa 4 (numeração original) cujo objetivo é integrar as informações, baseado no argumento de Su e Chou (2008) de que o uso combinado das informações (*VOC* e *VOB*) permitiria o desdobramento dos candidatos a projetos. Contudo, durante a aplicação, nenhum candidato a projeto foi gerado durante o pequeno ciclo PC-5.

Deste modo, na presente pesquisa, refuta-se o argumento segundo o qual o uso combinado das informações (*VOC* e *VOB*), seja suficiente para desdobrar os candidatos a projetos. Considerou-se que ações complementares, não relatadas no artigo de Su e Chou (2008), tenham sido necessárias para a geração de candidatos a projetos.

No terceiro caso, o método *GSM_SSP* incorporou a etapa 5 (numeração original) denominada obter e utilizar os dados dos processos-chave. Contudo, durante a aplicação, um número limitado (dois) de candidatos a projeto foi gerado durante o pequeno ciclo PC-6A, quando também se observou uma baixíssima incidência de defeitos na linha de produtos estrategicamente focalizada. Após a repetição do ciclo (pequeno ciclo PC-6B), utilizando-se: a) um conjunto ampliado de pequenos *y's*; b) um questionário customizado para investigação de operações (Apêndice A); e c) duplas de técnicos, foi possível, conforme esperado, identificar um conjunto maior de candidatos a projetos. Considerou-se como possíveis causas para a dificuldade de gerar um maior número de projetos no ciclo PC-6A: a) baixo índice de refugo e de não conformidades; b) limitações naturais na profundidade da descrição dos problemas nos registros existentes mesmo

considerando que a empresa disponha de sistemas de gestão da qualidade e ambiental implementados. Apesar da geração de um pequeno número de projetos no ciclo PC-6A, deve-se destacar que todos os projetos selecionados no ciclo PC-6A foram aprovados para execução após seleção. Assim, pode-se dizer que, apesar de uma percepção inicial negativa, causada pelo pequeno número de candidatos a projetos gerados no ciclo PC-6A, essa pesquisa confirmou a efetividade do método de análise de dados de desempenho proposta por Ray e Das (2010), incorporada pelo método *GSM_SSP*. No entanto, notou-se que este método, ao ser aplicado ao processo da unidade de análise, que apresenta um baixo índice de refugo e registros, gerou um número pequeno de candidatos a projetos. Assim, considera-se que o método de Ray e Das (2010) apresentou importante contribuição, entretanto, quando se deseja gerar mais opções de candidatos a projetos, pode ser necessária à utilização de instrumentos adicionais. Nessa pesquisa-ação o instrumento adicional foi o questionário para investigação de operações (Apêndice A), desenvolvido em conjunto com os participantes e posteriormente incorporado ao método *GSM_SSP* com o objetivo de aumentar a sua capacidade de geração de candidatos a projetos.

No caso, uma solução foi encontrada em conjunto com os participantes: a elaboração de questionário para investigação de operações juntamente com sua implementação a partir de duplas de técnicos evidencia o compromisso com a mudança assumido pelos participantes da unidade de análise.

Como forma de reduzir os vieses e aumentar a validade do estudo qualitativo, foi realizada a triangulação de fontes de dados nas etapas em que isso foi considerado possível, no caso a etapa de *VOC* e *VOP*, respectivamente dedicadas a obter e utilizar as métricas críticas para os clientes e a obter e utilizar os dados dos processos-chaves.

Algumas dificuldades foram encontradas, relatadas e solucionadas durante esta pesquisa-ação. A principal barreira foi a rotina de atuação operacional diária por parte dos membros da equipe de decisão em razão da estrutura organizacional enxuta da unidade de análise, o que resultou em algumas postergações na

execução das etapas do método *GSM_SSP* e dos respectivos passos da pesquisa-ação, incluindo avaliação dos resultados das ações e monitoramento dos passos dos ciclos. Contudo esta barreira foi contornada pela maximização da presença do pesquisador na unidade de análise e também pelo modo de atuação do pesquisador, que, como facilitador se encarregou de manter a vista e diariamente lembrada, a cada membro da equipe, o status e o próximo passo a ser seguido. Além disso, quando um membro não pode comparecer a uma reunião, o pesquisador atuou como porta-voz deste membro, fazendo-se a confirmação dos conteúdos nas reuniões imediatamente seguintes. Esta barreira também foi contornada por meio da designação de pessoal técnico para algumas das ações, como foi o caso, por exemplo, que ocorreu na implementação do questionário para investigação das operações, conduzida por duplas de técnicos da qualidade, engenharia e produção, e não apenas pelos membros da equipe de decisão.

Uma segunda barreira digna de nota refere-se à incompletude nas informações requeridas para a geração e seleção de projetos. Nos casos em que o pesquisador ou a equipe percebeu este problema, foram realizados todos os esforços para se obter a informação mais completa possível dentro dos recursos disponíveis, incluindo-se, entre os recursos, o próprio prazo disponível para completar esta pesquisa-ação.

No sentido das ações que obtiveram êxito nessa pesquisa-ação convém destacar a aplicação conjunta de *AHP* e *PDM* (KUMAR *et al.*, 2009), a qual compõe as etapas 7 a 9 do desenho original do método *GSM_SSP*. Os participantes da empresa demonstraram facilidade em todo este conjunto de etapas, desde a identificação das variáveis de esforço e de impacto, até a determinação do *PR*, passando pela coleta de julgamentos individuais para a comparação em pares, utilização do *software SuperDecisions* versão Beta 2.0 e obtenção dos pesos.

Uma experiência que impactou sobremaneira os participantes foi aquela obtida quando da realização e posterior repetição dos julgamentos individuais para a comparação em pares das variáveis de impacto. Na ocasião, foi identificado o

risco de distorção dos valores dos projetos em consequência de atribuições de pesos caso os julgamentos fossem feitos de modo desalinhado com as necessidades da unidade de análise em seu contexto. Assim, ficou clara a necessidade de orientação expressa aos respondentes no ato da coleta dos julgamentos individuais, como meio de evitar estas distorções.

Outra ação com êxito e aprendizado que merece destaque foi a aplicação da *AIJ* (FORMAN; PENIWATI, 1998), que se torna necessária no caso do *software* de *AHP* não realizar a integração dos pesos dos respondentes, como é o caso do *software SuperDecisions*. É sabido que o *software ExpertChoice* já faz esta agregação, porém não se trata de um *software* gratuito.

Outro desenvolvimento ocorrido durante a pesquisa-ação foi a matriz para a análise da complexidade dos candidatos a projetos (Quadro 59), baseado no estudo de Padovani *et al.* (2008) utilizada para determinar os projetos com maior complexidade e, portanto, que deveriam ser divididos.

Durante a aplicação do método *GSM_SSP* foram gerados oito candidatos a projetos sendo um deles posteriormente desdobrado em dois. Ao final da aplicação foram aprovados três projetos para a execução.

No total, a aplicação do método *GSM_SSP* por meio de pesquisa-ação resultou em um conjunto de 12 aprendizados, descritos no Quadro-resumo (Quadro 70). O conjunto destes aprendizados afetou os roteiros das etapas de duas formas: a) considerou-se recomendável subdividir o roteiro da etapa 1 original; b) foram realizados ajustes em diversas etapas do roteiro final do método *GSM_SSP*, conforme destacado no Quadro 71.

Estes roteiros das etapas já sofreram todas as modificações indicadas no Plano de ação do pesquisador (Apêndice C). O conteúdo final do plano de ação da empresa é apresentado no Apêndice D.

Quanto aos formulários propostos pelo método *GSM_SSP*, este foi um dos principais pontos sugeridos para simplificação. A equipe de decisão aprovou a

utilização de uma parte dos formulários propostos. Foram dispensados pela equipe os formulários F-01, F-08, F-09 e F-41. Desses o formulário F-08 foi substituído por quadros ou tabelas. Todos os demais formulários foram aproveitados com ajustes. Além disso, em todos os casos, a equipe optou por dispensar os campos de assinaturas.

QUADRO 71 - ROTEIRO COMPLETO AJUSTADO DE TODAS AS ETAPAS DO MÉTODO GSM_SSP. ELABORADO PELO AUTOR.

Fase	Geração
Etapa 01	Compor equipe de decisão
Objetivo: Assegurar a participação do pessoal chave no processo de seleção	
<u>Roteiro para execução da Etapa:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Compor a equipe de decisão com pelo menos 1 membro da direção; 2. É recomendável incluir representantes de todas as áreas ou processos chave da empresa (financeira, manufatura, suprimentos, qualidade, planejamento, assistência técnica); 3. <i>A participação de pessoal responsável pelas operações-chave dos processos (conhecidos como donos dos processos) estrategicamente priorizados não é apenas desejável, e sim mandatória.</i> 	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura organizacional; • Processos chave da empresa. 	
<u>Formulário para registro da saída da Etapa:</u>	
Ata de reunião e treinamento – F-01	
Fase	Geração
Etapa 02	Treinar equipe de decisão
Objetivo: Assegurar a participação do pessoal chave no processo de seleção	
<u>Roteiro para execução da Etapa:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar o treinamento da equipe de decisão, abrangendo os tópicos estabelecidos treinamento <i>com duração mínima de 6 horas</i> abrangendo os seguintes tópicos: <ol style="list-style-type: none"> a. A origem dos seis sigma e o reconhecimento de seus benefícios; b. A importância da SPSS; c. A importância da participação da alta direção no processo; d. Método GSM_SSP (desenho geral, sustentação científica, roteiros e formulários de cada etapa; exemplos de aplicação de cada uma das etapas); 2. <i>O tempo de treinamento deve ser suficiente para a discussão detalhada de cada um dos roteiros das etapas do método GSM_SSP com os membros da equipe designada e para realizar a explicação e gerar entendimento de um exemplo real e completo de aplicação do método.</i> 	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Roteiros do Método GSM_SSP</i> • <i>Exemplo completo de aplicação do método.</i> 	
<u>Formulário para registro da saída da Etapa:</u>	
Ata de reunião e treinamento – F-01	

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

Fase	Geração
Etapa 03	Obter e utilizar as métricas críticas para os clientes
Objetivo: identificar rol de métricas que afetam a satisfação dos clientes	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar os clientes críticos para a organização utilizando critério de relevância em termos de volume de venda e intenção de negócios; 2. Identificar métricas consideradas com efeito na satisfação dos clientes e seus respectivos status; 3. Organizar estas informações disponíveis utilizando F-02; 4. Utilizar como método de coleta de dados: entrevistas de pessoal com contato com cliente; exame de relatórios com informações sobre motivos de reclamações de clientes; 5. A direção deve avaliar em que grau as informações disponíveis representam a situação real de insatisfação do cliente. Caso negativo, deve-se colher informações atualizadas, objetivas e detalhadas junto aos clientes principais; 6. Utilizando as informações do F-02 identificar uma ou mais áreas de maior insatisfação de clientes em relação às métricas dos produtos e serviços; 7. Por meio de discussão a direção deve determinar o número de áreas de insatisfação utilizando informações objetivas. 	
<p>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lista completa dos clientes que serão considerados críticos para efeito da execução da etapa; • Métricas utilizadas pela empresa e seus respectivos status para os produtos e serviços fornecidos aos clientes considerados críticos. 	
<p>Formulário para registro da saída da Etapa: Formulário para registro da satisfação de principais clientes com produtos e serviços - F-02.</p>	
Fase	Geração
Etapa 04	Obter e utilizar os objetivos estratégicos
Objetivo: identificar as políticas, objetivos e metas da organização a fim de assegurar o alinhamento estratégico dos projetos a serem gerados e classificados.	
<p>Roteiro para execução da Etapa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obter todo o conjunto de políticas estratégicas do negócio, objetivos e metas de curto, médio e longo prazo da organização, desde as metas estratégicas do negócio/cliente (grandes Y) até as metas dos processos críticos (pequenos y), caso disponíveis. 2. Registrar as políticas estratégicas, objetivos e metas; 3. Obter a confirmação ou revisão para atualização da parte da direção/gerência; 4. Utilizando tais informações trabalhar em conjunto com a direção/gerência para determinar os assuntos críticos para o negócio, que são aquelas áreas preferenciais para a geração de projetos seis sigma. 	
<p>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Políticas estratégicas do negócio, objetivos e metas de curto, médio e longo prazo da organização, sempre que possível, quantificadas. 	
Fase	Geração
Etapa 05	Integrar as informações (voz do cliente e voz do negócio)
Objetivo: identificar possíveis projetos que atendam a voz do cliente e do negócio	
<p>Roteiro para execução da Etapa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analisar as métricas de satisfação dos clientes e as áreas de maior insatisfação de clientes em conjunto com as políticas, objetivos e metas, revisando os objetivos pertinentes; 2. Estabelecer o grau de importância entre os objetivos envolvidos, indicando o grau de importância por meio de letras, sendo A (mais importante), B (média importância); C (menor importância); 3. Estabelecer ou revisar as metas pertinentes às principais áreas de insatisfação, considerando a situação atual dos indicadores existentes; 4. Identificar possíveis projetos com potencial de contribuição para melhorar o grau de satisfação nas áreas de maior insatisfação e simultaneamente contribuir para a realização das políticas estratégicas do negócio (tópico cancelado). 	

CONTINUA

<p>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos vinculados a cada uma das políticas estratégicas; • Grau de importância de cada objetivo; • Indicadores (KPI's) vinculados a cada objetivo; • Situação atual e alvo (meta de cada indicador). 	
<p>Formulário para registro da saída da Etapa: Formulário para registro do resultado da análise integrada da voz do cliente e da voz do negócio - F-04.</p>	
Fase	Geração
Etapa 06	Obter e utilizar dados de processos-chave
Objetivo: identificar possíveis projetos que atendam à voz do processo	
<p>Roteiro para execução da Etapa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Considerando um ou mais assuntos críticos do negócio, analisar o desempenho dos processos chave utilizando elementos de custo da má qualidade; 2. Desdobrar os dados existentes de custo da má qualidade até o produto, subprocesso e defeito a ser melhorado; 3. Desenvolver um questionário customizado para realizar a investigação das operações utilizando as informações obtidas nas etapas anteriores (principais objetivos, assuntos críticos do negócio, métricas críticas para o cliente) – pode-se tomar como exemplo o questionário apresentado no Apêndice A, porém o mesmo deve ser customizado a partir do contexto da empresa; 4. Designar duplas para aplicação do questionário customizado em cada uma das operações do processo focalizado. As duplas de pessoas a serem designadas devem aliar conhecimento técnico e informação atualizada sobre a operação. 5. Esclarecer previamente a todas as pessoas que participarem das duplas quanto ao resultado esperado (geração de projetos pertinentes); 6. Treinar as duplas na prática, na utilizando do questionário customizado para investigação das operações, utilizando as anotações registradas nesta pesquisa-ação e sobre como os registros foram transformados em candidatos a projetos; 7. Identificar possíveis projetos com contribuição para melhorar o desempenho dos processos chave. 	
<p>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Custos da má qualidade; • Não conformidades; • Relatórios operacionais. 	
<p>Formulário para registro da saída da Etapa: Formulário para registro do resultado da análise de desempenho dos processos chave- F-05.</p>	
Fase	Geração
Etapa 07	Dividir os projetos grandes e complexos
Objetivo: evitar a exclusão de projetos com grande escopo e também evitar que sejam iniciados com projetos com grande escopo	
<p>Roteiro para execução da Etapa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pontuar cada projeto em uma escala de 1, 4 ou 9 considerando parâmetros de complexidade, por exemplo, aqueles apresentados no exemplo de aplicação desta pesquisa-ação; 2. Analisar o escopo de cada projeto potencial a fim de avaliar se o mesmo corresponde a um único projeto, ou se seria recomendável dividi-lo em dois ou mais projetos; 3. Dividir os projetos quando considerado pertinente; 4. Redigir a lista de projetos potenciais após a divisão daqueles de grande escopo. 	
<p>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações disponíveis que possam contribuir para a avaliação. 	
<p>Formulário para registro da saída da Etapa: Formulário para registro da lista de projetos potenciais - F-06.</p>	

CONTINUAÇÃO

Fase	Seleção
Etapa 08	Determinar variáveis de esforço e variáveis de impacto
Objetivo: Criar condições para a seleção dos projetos por meio de alinhamento estratégico	
Roteiro para execução da Etapa:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Recuperar a informação sobre assuntos críticos para o negócio definidos anteriormente; 2. Informar os participantes a respeito dos critérios usualmente utilizados e explicar que eles deverão optar por alguns (5 a 8); 3. Conduzir brainstorming para colher as opções dos participantes; 4. Analisar os resultados do brainstorming e agrupá-los como variáveis de esforço e impacto. Recomenda-se utilizar 3 variáveis de esforço e 3 de impacto; 5. A partir de tais assuntos críticos devem-se estabelecer as variáveis de esforço e as variáveis de impacto a serem consideradas. 	
Informações a serem consideradas durante esta etapa:	
<ul style="list-style-type: none"> • Assuntos críticos para o negócio (definidos anteriormente). 	
Formulário para registro da saída da Etapa:	
Formulário para registro das variáveis de esforço e de impacto - F-07.	
Fase	Seleção
Etapa 09	Determinar o peso das variáveis utilizando AHP
Objetivo: atribuir pesos apropriados às variáveis	
Roteiro para execução da Etapa:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Os membros da equipe de decisão, antes de responderem às perguntas quanto à comparação em pares das variáveis, devem ser orientados para não fazerem comparações para situações genéricas e definir preferência tendo em mente a importância real relativa de cada variável no contexto atual da empresa; 2. Conduzir a comparação em pares dando origem a duas diferentes matrizes intituladas matriz de variáveis de esforço e de impacto, registrando o resultado no formulário F -04. A comparação em pares pode ser realizada com o apoio de um <i>software</i> tais como, por exemplo, o <i>software SuperDecisions</i> (alternativa <i>free</i>) ou outros <i>softwares</i>, tais como, por exemplo, o <i>ExpertChoice</i>; 3. Calcular os pesos relativos de todas as variáveis em relação aos critérios de esforço e aos critérios de impacto. Cada um dos pesos de cada variável passa a ser chamado de critério; 4. Medir a consistência dos julgamentos das comparações em pares fornecidas pelos tomadores de decisão utilizando valores dos índices aleatórios. Caso a consistência não seja apropriada repetir o procedimento; 5. Utilizar o método apropriado para integrar as saídas do AHP, conforme o caso (AIJ ou AIP). 	
Informações a serem consideradas durante esta etapa:	
<ul style="list-style-type: none"> • Grau de importância relativa de cada variável de esforço do ponto de vista dos tomadores de decisão. 	
Formulário para registro da saída da Etapa:	
Formulário para registro do resultado da comparação em pares - F-08.	
Fase	Seleção
Etapa 10	Determinar o valor dos projetos utilizando FORCED RANKING (classificação forçada)
Objetivo: obter pontuação sumária de cada projeto em relação aos critérios de esforço e em relação aos critérios de impacto	
Roteiro para execução da Etapa:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Criar a matriz de relacionamento central (utilizando o F – 09); 2. Com o time, avaliar cada projeto em relação a cada variável de esforço e de impacto utilizando a classificação forçada, atribuindo escala de 3 níveis, sendo 1 (baixo relacionamento), e 3 (médio relacionamento) e 9 (alto relacionamento), utilizando convenções baixo (B), médio (M) e alto (A); 3. Calcular o índice de priorização utilizando pontuação final para as variáveis de impacto e de esforço. 	

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Grau de relacionamento de cada projeto com cada variável de impacto e de esforço sob o ponto de vista dos tomadores de decisão. 	
<u>Formulário para registro da saída da Etapa: F-09</u>	
Formulário para registro do relacionamento central para os projetos - F-09.	
Fase	Seleção
Etapa 11	Aprovar para execução
Objetivo: Definir quantos e quais projetos serão realizados	
<u>Roteiro para execução da Etapa:</u>	
1. Com base nos recursos disponíveis e demais ponderações da empresa, a equipe deverá estabelecer quantos e quais projetos deverão ser realizados.	
<u>Informações a serem consideradas durante esta etapa:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos disponíveis; • Outras ponderações a critério da empresa. 	
<u>Formulário para registro da saída da Etapa:</u>	
Registros de projetos aprovados para realização – F-10	

Nota (1): os trechos em negrito referem-se aos trechos novos, ajustados ou cancelados.

Nota (2). O uso dos formulários é recomendável, porém não obrigatório.

6. CONCLUSÃO

Esta pesquisa-ação foi concluída com êxito, abordando a realidade vivida pelos participantes em relação ao problema de gerar e selecionar projetos seis sigma e, ao mesmo tempo, contribuindo para o conhecimento (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002). A empresa gerou e selecionou os projetos seis sigma por meio do método *GSM_SSP*. Além disso, oportunidades de melhoria relevantes foram identificadas tanto em relação ao método *GSM_SSP* quanto em relação aos futuros ciclos de geração e seleção de projetos pela empresa.

São contribuições desta dissertação: a) a organização das lacunas, principalmente relacionadas à geração de portfólio; b) o agrupamento do conjunto das 35 publicações contendo abordagens para SPSS (Quadro 11); e c) a priorização de 12 estudos selecionados (Quadro 12) por critérios (Quadro 11).

Além disso, o método *GSM_SSP* responde a lacuna em relação à geração de portfólio de projetos realizando a junção entre a fase de geração e a fase de seleção de projetos. O método proposto também contempla o processo de geração de projetos por meio de três vozes (do cliente, do negócio e do processo) diferentemente das abordagens existentes, que contemplam, no máximo, uma ou duas dessas vozes.

Por outro lado, esta dissertação contribui para a teoria ao oferecer um estudo que utiliza o método de pesquisa-ação como meio de aplicar, avaliar, descrever e deste modo formalizar uma solução para o problema de geração e seleção de projetos seis sigma. O uso da pesquisa-ação é compatível com a necessidade de avaliar em que grau o método *GSM_SSP* proposto é de fácil entendimento e aplicação, evitando assim proposições complexas e trabalhosas e que, por isso, tenderiam a ser rejeitadas pelos praticantes. Além disso, a pesquisa-ação permitiu mostrar as dificuldades encontradas na implementação do método.

O método incorpora as seguintes características: atende aos oito requisitos mais recorrentes para abordagens para SPSS; reforça a fase de geração pela

utilização de três vozes (voz do cliente, do negócio e do processo); utiliza o *AHP*, único métodos de apoio à tomada de decisão que foi identificado como sendo utilizado; e está estruturado de forma que facilita o entendimento e a aplicação. Entre os aspectos que facilitam o seu entendimento e aplicação estão: a) a disponibilidade de roteiros para cada etapa; b) a disponibilidade de formulários; c) a utilização do *AHP*; que é um método de apoio à tomada de decisão relativamente simples em relação aos demais métodos propostos pelas demais abordagens existentes; d) a disponibilidade de *softwares* gratuitos para a aplicação do *AHP*.

Graças a estas vantagens verifica-se uma contribuição para as funções encarregadas da geração e seleção de projetos seis sigma nas organizações, que podem ter diversas configurações, variando principalmente conforme o porte da organização, sendo mais comumente formada pela alta direção, equipe gerencial, com ou sem apoio de *Master Black Belts* e *Black Belts*.

Mesmo trazendo as contribuições apontadas, o estudo tem limitações. Devido a natureza do método de pesquisa, pesquisa-ação, os dados coletados nesta pesquisa não podem ser generalizados (Coughlan e Coughlan, 2002), entretando os mesmos podem ser utilizados como base para discussão.

Na unidade de análise selecionada, os participantes conseguiram desenvolver os roteiros propostos para as diversas etapas do método *GSM_SSP*, foram capazes de assimilar e operacionalizar a comparação em pares utilizando o *software AHP* e de realizar a agregação dos julgamentos individuais por meio de média geométrica sem contudo considerarem estes procedimentos mais do que moderadamente complexos. É possível que outros grupos tenham percepções e reações diferentes da obtida a partir da unidade analisada.

Além disso, uma outra limitação desta pesquisa foi o prazo estabelecido para a conclusão e apresentação do resultado da mesma, impedindo que fosse realizado pelo menos mais um ciclo abrangente (nova aplicação de todo o conjunto de etapas do método *GSM_SSP*) bem como uma maior participação do pessoal de nível operacional, conforme propõe Heuvel *et al.* (2006).

6.1. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros sugere-se estudos integrando entrevistas, questionários, ou outros métodos úteis para se obter o ponto de vista de especialistas e profissionais, como os gerentes de projetos, *Champions*, *Master Black Belts* e *Black Belts*, especialmente sobre abordagens utilizadas na prática assim como para desdobrar as características que tornariam as abordagens aceitas e preferidas.

Além disso e recomendável avaliar comparativamente o método *GSM_SSP* e outras abordagens existentes, porém utilizando-se a metodologia de pesquisa-ação, e, em períodos mais longos que ofereçam maior oportunidade de aprendizado.

Finalmente, também é indicado, como pesquisa futura, a avaliação comparativa do método *GSM_SSP* (que utiliza o método *AHP* de apoio à tomada de decisão) com a aplicação simultânea do método *GSM_SSP*, porém apoiado por outros métodos de apoio à tomada de decisão tais como *ANP*, *fuzzy-AHP*, ou outros, apoiados ou não por técnicas gráficas tais como a *DEMATEL*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C.W.; GUPTA, P; WILSON, C.E. **Six Sigma Deployment**, v. 4 Abingdon: Routledge, 2003.

ADEBANJO, D.; SAMARANAYAKE, P.; MAFAKHERI, F.; LAOSIRIHONGHONG, T. Prioritization of six-sigma project selection: a resource-based view and institutional norms perspective. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 7, p. 1983-2003, 2016.

AHADIAN, B.; ABADI, A. G. M. Six Sigma pilot project selections using an MCDM approach. **Management Science and Engineering**, v. 6, n. 1, p. 34-43, 2012.

AL-HARBI, K. M. A. S. Application of the *AHP* in project management. **International Journal of Project Management**, v. 19, n. 1, p. 19-27, 2001.

ANBARI, F. T.; KWAK, Y. H. Success factors in managing Six Sigma projects. **Proceedings of PMI Research Conference**, London, UK. Newtown Square, PA: Project Management Institute. Jul 2004.

ANHOLON, R.; SANO, A. T. Analysis of critical processes in the implementation of lean manufacturing projects using project management guidelines. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 84, n. 9-12, p. 2247-2256, 2016.

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.; CORONADO, R. B. A strategy for survival. **Manufacturing Engineer**, v. 80, n. 3, p. 119-121, 2001.

ANTONY, J.; FERGUSSON, C. Six Sigma in the *software* industry: results from a pilot study. **Managerial Auditing Journal**, v. 19, n. 8, p. 1025-1032, 2004.

ANTONY, J.; JIJU ANTONY, F.; KUMAR, M.; RAE CHO, B. Six sigma in service organisations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical

observations and success factors. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 24, n. 3, p. 294-311, 2007.

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

ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999.

ASOSHEH, A.; NALCHIGAR, S.; JAMPORAZMEY, M. Information technology project evaluation: An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 8, p. 5931-5938, 2010.

AZAR, A.; FARAJI, H. **Fuzzy Management Sciences**, Tehran: Mehran Nashar Publication, 2008.

BANUELAS, R.; TENNANT, C.; TUERSLEY, I.; TANG, S. Selection of Six Sigma projects in the UK. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 5, p. 514-527, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 5. ed. Lisboa: Edições, 2000.

BARRIOS, M. A. O.; JIMÉNEZ, H. F. Use of Six Sigma Methodology to Reduce Appointment Lead-Time in Obstetrics Outpatient Department. **Journal of medical systems**, v. 40, n. 10, p. 220, 2016.

BERTELS, T. **Rath & Strong's Six Sigma Leadership Handbook**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.

BHATTACHARYYA, Rupak; KUMAR, Pankaj; KAR, Samarjit. Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects. **Computers & Mathematics with Applications**, v. 62, n. 10, p. 3857-3870, 2011.

BILGEN, B.; ŞEN, M. Project selection through fuzzy analytic hierarchy process and a case study on Six Sigma implementation in an automotive industry. **Production Planning & Control**, v. 23, n. 1, p. 2-25, 2012.

BORAN, S.; YAZGAN, H. R.; Goztepe, K. A fuzzy ANP-based approach for prioritising projects: a Six Sigma case study. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 6, n. 3, p. 133-155, 2011.

BORDLEY, R. F. R&D project selection versus R&D project generation. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 45, n. 4, p. 407-413, 1998.

BREMER, M.; MCKIBBEN, B.; MCCARTY, T. **Six Sigma Financial Tracking and Reporting**. New York: McGraw-Hill, 2006.

BREYFOGLE, F.; CUPELLO, J.; Meadows, B. **Managing Six Sigma**. Mississauga: John Wiley & Sons, 2001.

BREYFOGLE III, F. W. **Implementing Six Sigma: smarter solutions using statistical methods**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.

BRUE, G. **Six Sigma for Managers**. New York: McGraw-Hill, 2002.

BRUN, A. Critical success factors of Six Sigma implementations in Italian companies. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 158-164, 2011.

BÜYÜKÖZKAN, G.; ÖZTÜRKCAN, D. An integrated analytic approach for Six Sigma project selection. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 8, 5835-5847, 2010.

CARAZO, A. F.; GÓMEZ, T.; MOLINA, J.; HERNÁNDEZ-DÍAZ, A. G.; GUERRERO, F. M.; CABALLERO, R. Solving a comprehensive model for multi-objective project portfolio selection. **Computers & Operations Research**, v. 37, n. 4, p. 630-639, 2010.

CARLSSON, C.; FULLÉR, R.; HEIKKILÄ, M.; MAJLENDER, P. A fuzzy approach to R&D project portfolio selection. **International Journal of Approximate Reasoning**, v. 44, n. 2, p. 93-105, 2007.

CARVALHO, M. M. Selecionando projetos seis sigma. **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**, p. 49-70, São Paulo: Atlas, 2002.

CAUCHICK MIGUEL, P. Aspectos relevantes no uso da pesquisa-ação na engenharia de produção. **Exacta**, v. 9, n. 1, 2011.

CHAKRABARTY, A.; TAN, K. C. The current state of six sigma application in services. **Managing Service Quality: An International Journal**, v. 17, n. 2, p. 194-208, 2007.

CHAKRAVORTY, S. S. Six Sigma failures: An escalation model. **Operations Management Research**, v. 2, n. 1-4, p. 44, 2009.

CHEIN, I.; COOK, S. W.; HARDING, J. The field of action research. **American Psychologist**, v. 3, n. 2, p. 43, 1948.

CHUA, R.C.H.; DE FEO, J.A. **Juran's Quality Planning And Analysis**: for enterprise quality. Seattle: Tata McGraw-Hill Education, 2006.

CONKLIN, J. D. Smart Project Selection. **Quality Progress**, v. 36, n. 3, p. 81-83, 2003.

COOPER, R. G., EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New product portfolio management: practices and performance. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 4, p. 333-351, 1999.

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The TQM magazine**, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

COSTANTINO, F.; DI GRAVIO, G.; NONINO, F. Project selection in project portfolio management: An artificial neural network model based on critical success factors. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 8, p. 1744-1754, 2015.

CREVELING, C. M.; SLUTSKY, J.; ANTIS, D. **Design for Six Sigma in Technology and Product Development**. Prentice Hall Professional, 2002.

DABHILKAR, M.; BENGTSSON, L. Balanced scorecards for strategic and sustainable continuous improvement capability. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 15, n. 4, p. 350-359, 2004.

DA COSTA, T. C.; BELDERRAIN, M. C. N.. Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão. **15º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA XV ENCITA / 2009** Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2009.

DE FEO, J. A.; BARNARD, W. **Juran Institute's six sigma: breakthrough and beyond: quality performance breakthrough methods**. New York: McGraw-Hill Professional, 2003.

DE MORAES, E. A.; BERNARDES, R. C.; CAMANHO, R. Project Portfolio Management using *AHP*. **Centro Universitário da FEI São Paulo, SP Brazil**, 2001.

DENZIN, N. K. **The research act: A theoretical introduction to sociological methods**. Transaction publishers, 1973.

DICKINSON, M. W.; THORNTON, A. C.; GRAVES, S. Technology portfolio management: optimizing interdependent projects over multiple time periods. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 48, n. 4, p. 518-527, 2001.

DUARTE, B.; MONTGOMERY, D.; FOWLER, J.; KONOPKA, J. Deploying LSS in a global enterprise—project identification. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, n. 3, p. 187-205, 2012.

DUTRA, C. C.; RIBEIRO, J. L. D.; CARVALHO, M. M. An economic—probabilistic model for project selection and prioritization. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 6, p. 1042-1055, 2014.

ECK, N. J.; WALTMAN, L. *Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping*. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

ECKES, G. **The Six Sigma revolution: How General Electric and others turned process into profits**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002.

EXPERT CHOICE, Incl, **Decision Support Software: User Manual**. Expert Choice, Pittsburgh, Pennsylvania, US, 1995.

EXPERTCHOICE, 1998. <http://www.expertchoice.com/>, Homepage of Expert Choice, Inc.

FARSIJANI, H., NIKABADI, M., & AMIRIMOGHADAM, H. Six sigma project selections using fuzzy network-analysis and fuzzy MADM. **Decision Science Letters**, v. 4, n. 1, p. 87-96, 2015.

FORMAN, E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European journal of operational research**, v. 108, n. 1, p. 165-169, 1998.

GEORGE, M.; ROWLANDS, D.; PRICE, M.; MAXEY, J. **Process mapping**. The lean six sigma pocket toolbox. New York: McGraw Hill, p. 34-46, 2005.

GEORGE, M. L.; GEORGE, M. **Lean six sigma for service**. New York: New York: McGraw-Hill, 2003.

GHAPANCHI, A.H.; TAVANA, M.; KHAKBAZ, M.H.; LOW, G. A methodology for selecting portfolios of projects with interactions and under uncertainty. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 7, p. 791-803, 2012.

GIJO, E. V.; RAO, T. S. Six Sigma implementation—hurdles and more hurdles. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 16, p. 6, p. 721-725, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOEPEL, K. D. **BPMSG AHP Excel template with multiple inputs**. Retrieved June, 2013.

GOH, T. N.; XIE, M. Improving on the six sigma paradigm. **The TQM Magazine**, v.16, n. 4, p. 235-240, 2004.

GOLDSTEIN, M. **Six Sigma program success factors**. In Six Sigma Forum Magazine - ASQ, v. 1, n. 1, 2001.

GUMMESSON, E. **Qualitative methods in management research**. Sage, 2000.

GUPTA, P.; MEHLAWAT, M. K.; SAXENA, A. Asset portfolio optimization using fuzzy mathematical programming. **Information Sciences**, v. 178, n. 6, p. 1734-1755, 2008.

HAHN, G. J.; DOGANAKSOY, N.; HOERL, R. The evolution of six sigma. **Quality Engineering**, v. 12, p. 3, 317-326, 2000.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. R. **Six Sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. Broadway Business, 2005.

HE, Z.; NGEE GOH, T. Enhancing the future impact of Six Sigma management. **Quality Technology & Quantitative Management**, v. 12, n. 1, p. 83-92, 2015.

HEUVEL, J.; DOES, R. J.; BOGERS, A. J.; BERG, M. Implementing six sigma in the Netherlands. **The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety**, v. 32, n. 7, p. 393-399, 2006.

HIRA, A.; PARFITT, T. W. **Development projects for a new millennium**. Greenwood Publishing Group, 2004.

HIRANO, H. **JIT Implementation Manual- The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Waste and the 5S's**. CRC Press, 2016.

HOERL, R. W.; MONTGOMERY, D. C.; LAWSON, C.; MOLNAU, W. E. Six Sigma black belts: What do they need to know?/Discussion/Response. **Journal of Quality Technology**, v. 33, n. 4, p. 391, 2001.

HOLMES, M. C.; JENICKE, L. O.; HEMPEL, J. L. A framework for Six Sigma project selection in higher educational institutions, using a weighted scorecard approach. **Quality Assurance in Education**, v. 23, n. 1, p. 30-46, 2015.

HSIEH, Y. J.; HUANG, L. Y.; WANG, C. T. A framework for the selection of Six Sigma projects in services: case studies of banking and health care services in Taiwan. **Service Business**, v. 6, n. 2, p. 243-264, 2012.

HSU, C.-H.; WANG, Fu-Kwun; TZENG, Gwo-Hshiung. The best vendor selection for conducting the recycled material based on a hybrid MCDM model combining

DANP with VIKOR. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, p. 95-111, 2012.

HU, G.; WANG, L.; FETCH, S.; Bidanda, B. A multi-objective model for project portfolio selection to implement lean and Six Sigma concepts. **International Journal of Production Research**, 46(23), 6611-6625, 2008.

HUANG, Chi-Cheng; CHU, Pin-Yu; CHIANG, Yu-Hsiu. A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. **Omega**, v. 36, n. 6, p. 1038-1052, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13053-1: 2011. Quantitative Methods in Process Improvement-Six Sigma**, 2011.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Analytic hierarchy process and expert choice: Benefits and limitations. **Or Insight**, v. 22, n. 4, p. 201-220, 2009.

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-criteria decision analysis: methods and software**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

JAFARIAN, A., NIKABADI, M. S., AMIRI, M. Framework for prioritizing and allocating six sigma projects using fuzzy TOPSIS and fuzzy expert system. **Scientia Iranica. Transaction E, Industrial Engineering**, v. 21, n. 6, p. 2281, 2014.

JUNG, J. Y.; LIM, S. G. Project categorization, prioritization, and execution based on Six Sigma concept: a case study of operational improvement project. **Project Management Quarterly**, v. 38, n. 1, p. 55, 2007.

KAHRAMAN, C., BÜYÜKÖZKAN, G. A Combined Fuzzy *AHP* and Fuzzy Goal Programming Approach for Effective Six-Sigma Project Selection. **Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing**, v. 14, n. 6, p. 599-615, 2008.

KAISER, M. G.; EL ARBI, F.; AHLEMANN, F. Successful project portfolio management beyond project selection techniques: Understanding the role of structural alignment. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 1, p. 126-139, 2015.

KALASHNIKOV, V.; BENITA, F.; LÓPEZ-RAMOS, F.; HERNÁNDEZ-LUNA, A.

Bi-objective project portfolio selection in Lean Six Sigma. **International Journal of Production Economics**, v. 186, p. 81-88, 2017.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Strategy maps**: Converting intangible assets into tangible outcomes. Harvard Business Press, 2004.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The balanced scorecard: translating strategy into action**. Harvard Business Press, 1996.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The execution premium**: Linking strategy to operations for competitive advantage. Harvard Business Press, 2008.

KELLY, W. M. Three steps to project selection. **ASQ Six Sigma Forum Magazine**, v. 2, n. 1, p. 29-33, Proquest ABI/INFORM, 2002.

KENDALL, G. I.; ROLLINS, S. C. **Advanced project portfolio management and the PMO: multiplying ROI at warp speed**. J. Ross Publishing, 2003.

KENDRICK, D. J.; SAATY, D. Use analytic hierarchy process for project selection. **ASQ Six Sigma Forum Magazine**, v. 6, n. 4, p. 22-29, 2007.

KERZNER, H. **Advanced Project Management**: Best practices on implementation. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos**: as melhores práticas. 2ª Edição, Bookman, Porto Alegre, 2006.

KERZNER, Harold. **Strategic planning for project management using a project management maturity model**. John Wiley & Sons, 2002.

KHALILI-DAMGHANI, K.; SADI-NEZHAD, S.; LOTFI, F. H.; TAVANA, M. A hybrid fuzzy rule-based multi-criteria framework for sustainable project portfolio selection. **Information Sciences**, v. 220, p. 442-462, 2013a.

KHALILI-DAMGHANI, K.; SADI-NEZHAD, S; TAVANA, M. Solving multi-period project selection problems with fuzzy goal programming based on TOPSIS and a fuzzy preference relation. **Information Sciences**, v. 252, p. 42-61, 2013b.

KIRKHAM, L.; GARZA-REYES, J. A., KUMAR, V., & ANTONY, J. Prioritisation of operations improvement projects in the European manufacturing industry. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 18, p. 5323-

5345, 2014.

KORNFELD, B. J.; KARA, S. Project portfolio selection in continuous Improvement. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 31, n. 10, p. 1071-1088, 2011.

KORNFELD, B.; KARA, S. Selection of Lean and Six Sigma projects in industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, n. 1, p. 4-16, 2013.

KRUEGER, D. C.; PARAST, M.; ADAMS, S. Six Sigma implementation: a qualitative case study using grounded theory. **Production Planning & Control**, v. 25, n. 10, p. 873-889, 2014.

KUMAR, M.; ANTONY, J.; RAE CHO, B. Project selection and its impact on the successful deployment of Six Sigma. **Business Process Management Journal**, v. 15, n. 5, p. 669-686, 2009.

KUMAR, U. D.; NOWICKI, D.; RAMÍREZ-MÁRQUEZ, J. E.; VERMA, D. On the optimal selection of process alternatives in a Six Sigma implementation. **International Journal of Production Economics**, v. 111, n. 2, p. 456-467, 2008.

KUMAR, U.; SARANGA, H.; RAMÍREZ-MÁRQUEZ, J. E.; NOWICKI, D. Six sigma project selection using data envelopment analysis. **The TQM Magazine**, v. 19, n. 5, p. 419-441, 2007.

KUVVETLI, Ü.; FIRUZAN, A. R.; ALPAYKUT, S.; GERGER, A. Determining Six Sigma success factors in Turkey by using structural equation modeling. **Journal of Applied Statistics**, v. 43, n. 4, p. 738-753, 2016.

KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. **Technovation**, v. 26, n. 5, p. 708-715, 2006.

LARSON, A. **Demystifying Six Sigma**: a company-wide approach to continuous improvement. Broadway: AMACOM Div American Mgmt Assn, 2003.

LIN, C.; HSIEH, P-J. A fuzzy decision support system for strategic portfolio management. **Decision Support Systems**, v. 38, n. 3, p. 383-398, 2004.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; Zaheer, S.; Choo, A. S. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal of Operations management**, v. 21, n. 2, p. 193-203, 2003.

LITTELL, J. H.; CORCORAN, J.; PILLAI, V. **Systematic reviews and meta-analysis**. New York: Oxford University Press, 2008.

LOCH, C. H.; KAVADIAS, S. Dynamic portfolio selection of NPD programs using marginal returns. **Management Science**, v. 48, n. 10, p. 1227-1241, 2002.

MADER, D. P. Selecting design for six sigma projects. **Quality Progress**, v. 37, n. 7, p. 65, 2004.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision support systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

MARCONI, Marina de Andrade et al. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

MARRIOTT, B., GARZA-REYES, J. A.; SORIANO-MEIER, H.; ANTONY, J. An integrated methodology to prioritise improvement initiatives in low volume-high integrity product manufacturing organisations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24, n. 2, p. 197-217, 2013.

MARTENS, M. L., BRONES, F.; CARVALHO, M. M. Lacunas e tendências na literatura de sustentabilidade no gerenciamento de projetos: uma revisão sistemática mesclando bibliometria e análise de conteúdo. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 4, n. 1, p. 165, 2013.

MARTENS, M.L.; CARVALHO, M.M. Sustainability and success variables in the project management context: an expert panel. **Project Management Journal**, v. 47, n. 6, p. 24-43, 2017.

MARTINS, R.A. Capítulo 3 – Abordagens Quantitativa e Qualitativa. In: MIGUEL CAUCHICK, Paulo Augusto. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2012, Rio de Janeiro: Elsevier.

MARZAGÃO, D. S. L.; LOPES, A. P. V. B. V., GOUVÊA, M. A.; CARVALHO, M. M. Fatores críticos de sucesso na implementação do programa seis sigma: uma revisão sistemática das pesquisas quantitativas. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 2, p. 465-498, 2014.

MARZAGÃO, D. S. L.; CARVALHO, M. M. Critical success factors for Six Sigma projects. **International Journal of Project Management**, v. 34, n. 8, p. 1505-1518, 2016.

MEADE, L. M.; PRESLEY, A. R&D project selection using the analytic network process. **Ieee Transactions on Engineering Management**, v. 49, n. 1, p. 59-66, 2002.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Production**, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.

MEREDITH, J. R.; MANTEL JR, S. J. **Project management: a managerial approach**. New York: John Wiley & Sons, 2011.

MESKENDAHL, S. The influence of business strategy on project portfolio management and its success—a conceptual framework. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 8, p. 807-817, 2010.

MOHANTY, R. P.; AGARWAL, R., CHOUDHURY, A. K.; TIWARI, M. K. A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: a case study. **International Journal of Production Research**, v. 43, n. 24, p. 5199-5216, 2005.

ORTÍZ, M. A.; FELIZZOLA, H. A.; ISAZA, S. N. A contrast between DEMATEL-ANP and ANP methods for six sigma project selection: a case study in healthcare industry. **BMC medical informatics and decision making**, v. 15, n. 3, p. 1, 2015.

OSSADNIK, W.; LANGE, O. AHP-based evaluation of AHP-Software. **European Journal of Operational Research**, v. 118, n. 3, p. 578-588, 1999.

PADHY, R. K.; SAHU, S. A Real Option based Six Sigma project evaluation and selection model. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 8, p. 1091-1102, 2011.

PADHY, R.. Six Sigma project selections: a critical review. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8, n. 2, 2017.

PADOVANI, M.; CARVALHO, M.M., MUSCAT, A. R. N. Ajuste e balanceamento do portfólio de projetos: o caso de uma empresa do setor químico. **Production Journal**, v. 22, n. 4, p. 651-673, 2012.

PADOVANI, M.; MUSCAT, A. R. N., CAMANHO, R; CARVALHO, M. D. Looking for the right criteria to define projects portfolio: multiple case study analysis. **Product: Management & Development**, v. 6, n. 2, p. 127-134, 2008.

PANDE, P. S.; HOLPP, L.; PANDE, P. **What is six sigma?**. New York, NY: McGraw-Hill, 2002.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The six sigma way**. New York: McGraw-Hill, 2000.

PARODY, R. J.; VOELKEL, J. G. Six sigma start-up at small companies. **Quality Progress**, 39(5), 68, 2006.

PERÇIN, S.; KAHRAMAN, C. An integrated fuzzy multi-criteria decision-making approach for Six Sigma project. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v. 3, n. 5, p. 610-621, 2010.

PFEIFER, T.; REISSIGER, W.; Canales, C. Integrating six sigma with quality management systems. **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 241-249, 2004.

PLECKO, A.; VUJICA, H. N.; POLAJNAR, A. An Application of six sigma in manufacturing company. **Advances in production engineering and Management**, v. 4, n. 4, p. 243-254, 2009.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBok)**. 4. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2008.

PRIETO, V.; CARVALHO, M.M.; FISHMANN, A.A.. Análise comparativa de modelos de alinhamento estratégico. **Produção**, v. 19, n. 2, p. 317-331, 2009.

PYZDEK, T. Selecting six sigma projects. **Quality Digest**, 2000.

PYZDEK, T. **The Six Sigma Handbook: The Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels**, New York: McGraw-Hill, 2003.

RAY, S., DAS, P.; BHATTACHARYAY, B.K.; ANTONY, J. Measuring Six Sigma project effectiveness using fuzzy approach. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 29, n. 3, p. 417-430, 2013.

RAY, S.; DAS, P. Improving efficiency and effectiveness of APQP process by using DFSS tools. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 5, n. 3, p. 222-236, 2009.

RAY, S.; DAS, P. Six Sigma project selection methodology. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 4, p. 293-309, 2010.

RATHI, R.; KHANDUJA, D.; SHARMA, S. K. A fuzzy-MADM based approach for prioritising Six Sigma projects in the Indian auto sector. **International Journal of Management Science and Engineering Management**, v. 12, n. 2, p. 133-140, 2017.

RATHI, R.; KHANDUJA, D.; SHARMA, S. Six sigma project selection using fuzzy TOPSIS decision making approach. **Management Science Letters**, v. 5, n. 5, p. 447-456, 2015.

ROSE, K. H. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)— 5. ed.. **Project management journal**, v. 44, n. 3, e1-e1, 2013.

ROUSEL, P. K. S.; ERICKSON, T. **Third Generation R&D: Managing the Link to Corporate Strategy**. Harvard Bus, 1991.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, T.L. **The Analytic Hierarchy Process**, New York: McGrawHill, 1980.

SAGHAEI, A.; DIDEHKHANI, H. Developing an integrated model for the evaluation and selection of six sigma projects based on *ANFIS* and fuzzy goal programming. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 1, p. 721-728, 2011.

SCHROEDER, R. G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, C., CHOO, A. S. Six Sigma: Definition and underlying theory. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2008.

SHANMUGARAJA, M.; NATARAJ, M.; GUNASEKARAN, N. Six Sigma project selection via quality function deployment. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 10, n. 1, p. 85-111, 2012.

SHARMA, S.; CHETIYA, A. R. Six Sigma project selection: an analysis of responsible factors. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 4, p. 280-292, 2010.

SHAYGAN, A.; TESTIK, Ö. M. A fuzzy *AHP*-based methodology for project prioritization and selection. **Soft Computing**, p. 1-11, 2017.

SNEE, R. D. Dealing with the Achilles' heel of Six Sigma initiatives. **Quality Progress**, v. 34, n. 3, p. 66, 2001.

SNEE, R. D. Six-Sigma: the evolution of 100 years of business improvement methodology. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 1, n; 1, p. 4-20, 2004.

SNEE, R.; HOERL, R. **Six Sigma beyond the factory floor: deployment strategies for financial services, health care, and the rest of the real economy**. PH Professional Business, 2004.

SNEE, R. D.; RODENBAUGH, W. F. The project selection process. **Quality Progress**, v. 35, n. 9, p. 78, 2002.

SRIVANNABOON, S. **Linking project management with business strategy**. Pennsylvania: Project Management Institute, 2006.

STEUER, R. E; NA, P. Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. **European Journal of Operational Research**, v. 150, n. 3, p. 496-515, 2003.

STUMMER, C.; HEIDENBERGER, K. Interactive R&D portfolio analysis with project interdependencies and time profiles of multiple objectives. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 50, n. 2, p. 175-183, 2003.

SU, C. T.; CHIANG, T. L.; CHIAO, K. Optimizing the IC delamination quality via six-sigma approach. **IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing**, v. 28, n. 3, p. 241-248, 2005.

SU, C. T.; CHOU, C. J. A systematic methodology for the creation of Six Sigma projects: A case study of semiconductor foundry. **Expert Systems with Applications**, v. 34, n. 4, p. 2693-2703, 2008.

SWINK, M.; JACOBS, B. W. Six Sigma adoption: Operating performance impacts and contextual drivers of success. **Journal of Operations Management**, v. 30, n. 6, p. 437-453, 2012.

TESTIK, Ö. M.; SHAYGAN, A.; DASDEMIR, E.; SOYDAN, G. Selecting Health Care Improvement Projects: A Methodology Integrating Cause-and-Effect Diagram and Analytical Hierarchy Process. **Quality Management in Healthcare**, v. 26, n. 1, p. 40-48, 2017.

THAMHAIN, H. J. **Managing Technology-Based Projects: Tools, Techniques, People and Business Processes**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2014.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. In: **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez, 2003.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. Atlas, 2011.

TJAHJONO, B.; BALL, P.; VITANOV, V. I.; SCORZAFAVE, C.; NOGUEIRA, J.; CALLEJA, J.; SRIVASTAVA, S. Six Sigma: a literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 216-233, 2010.

TKÁČ, M.; LYÓCSA, Š. On the evaluation of Six Sigma projects. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 26, n. 1, p. 115-124, 2010.

TRUSCOTT, W. T.; TRUSCOTT, W. G. **Six sigma: Continual improvement for business: A practical guide**. Abingdon: Routledge, 2003.

TSAI, W. H.; CHOU, W. C.; HSU, W. The sustainability balanced scorecard as a framework for selecting socially responsible investment: an effective MCDM model. **Journal of the Operational Research Society**, v. 60, n. 10, p. 1396-1410, 2009.

VARGAS, L. G. An overview of the analytic hierarchy process and its applications. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 2-8, 1990.

VARGAS, R.V. Utilizando a Programação Multicritério (*AHP*) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio. In PMI GLOBAL CONGRESS, 2010.

VEST, J. R.; GAMM, L. D. A critical review of the research literature on Six Sigma, Lean and StuderGroup's Hardwiring Excellence in the United States: the need to demonstrate and communicate the effectiveness of transformation strategies in healthcare. **Implementation Science**, v. 4, n. 1, p. 35, 2009.

VIDAL, L. A.; MARLE, F.; BOCQUET, J. C. Measuring project complexity using the Analytic Hierarchy Process. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 6, p. 718-727, 2011.

VOELKEL, J. G.; CHAPMAN, C. Value stream mapping. **Quality Progress**, v. 36, n. 5, p. 65-67, 2003.

YANG, T.; HSIEH, C. H. Six-Sigma project selection using national quality award criteria and Delphi fuzzy multiple criteria decision-making method. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 4, p. 7594-7603, 2009.

YOUSEFI, A.; HADI-VENCHEH, A. Selecting Six Sigma projects: MCDM or DEA?. **Journal of Modelling in Management**, v. 11, n. 1, p. 309-325, 2016.

WATER, H.; DE VRIES, Choosing a quality improvement project using the analytic hierarchy process. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 23, n. 4, p. 409-425, 2006.

WANG, F. K.; HSU, C. H.; TZENG, G. H. Applying a hybrid MCDM model for six sigma project selection. **Mathematical Problems in Engineering**, p. 1-13 p., 2014.

WANG, J.; HWANG, W. L. A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real options valuation model. **Omega**, v. 35, n. 3, p. 247-257, 2007.

WATANUKI, H. M.; NADAE, J. D.; CARVALHO, M. M. D.; MORAES, R. D. O. Management of international projects: a bibliometric study. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 3, p. 660-675, 2014.

WINTER, M.; SMITH, C.; MORRIS, P.; CICMIL, S. Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 8, p. 638-649, 2006.

ZHANG, M.; WANG, W.; GOH, T. N.; HE, Z. Comprehensive Six Sigma application: a case study. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 3, p. 219-234, 2015.

ZHOU, P.; ANG, B. W.; POH, K. L. Decision analysis in energy and environmental modeling: An update. **Energy**, v. 31, n. 14, p. 2604-2622, 2006.

ZIMMERMAN, J. P.; WEISS, J. Six sigma's seven deadly sins: while the seven sins can be deadly, redemption is possible. **Quality**, v. 44, n. 1, p. 62-67, 2005.

ZU, X.; FREDENDALL, L. D.; DOUGLAS, T. J. The evolving theory of quality management: the role of Six Sigma. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 5, p. 630-650, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO CUSTOMIZADO PARA INVESTIGAÇÃO DAS OPERAÇÕES

Assunto	Questionamento
Todos	Existem problemas nesta operação que impactam este indicador?
Eficiência de entrega	O que provoca atraso nesta ou desta operação? (especialmente problemas crônicos, ou recorrentes, ou mesmo pontuais de alto impacto na realização das ordens de produção dentro dos prazos)? Esta operação é identificada como gargalo para a produção de prisioneiros? O tempo e a quantidade de set-ups são, no conjunto, considerado dentro do prazo de execução das ordens de fabricação?
Refugo interno	Quais os principais defeitos que geram refugo ou retrabalho nesta operação? Qual característica do produto é, às vezes, difícil de obter no produto nesta operação? Existem problemas com os meios de controle que impedem a verificação da qualidade ou dos parâmetros do processo?
Tempo de ciclo	O tempo de ciclo desta operação necessita ser reduzido? Existem atributos de itens recebidos na operação que afetam a execução desta operação dentro do tempo de ciclo previsto? O tempo de ciclo é identificado na documentação?
Custo	Quais os principais gastos de fabricação desta operação? Existe algum insumo gasto nesta operação cujo consumo poderia ser reduzido? Em que situação ocorrem custos extras não originalmente previstos? A meta de disponibilidade de máquina nesta etapa tem sido cumprida?
Disponibilidade de equipamentos	O volume de intervenções corretivas de manutenção é acima do esperado nos equipamentos desta operação?
Produtividade	Existem problemas relevantes que prejudicam o seguimento dos tempos de ciclo previstos nesta operação?
Reclamações	Quantas e quais reclamações de clientes se referem à etapa especificamente ou potencialmente?
Feedback de inspeção final	Quais os principais defeitos que retornam da inspeção final para esta operação?
7 desperdícios	Foi realizada a identificação dos 7 desperdícios e priorizado um ou mais dentre os aplicáveis nesta operação?

Nota: Elaborado pelo autor

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA COMPARAÇÃO EM PARES – ELABORADO PELO AUTOR

ROTEIRO COM FOLHA DE RESPOSTA PARA COMPARAÇÃO EM PARES UTILIZANDO AHP	
Data da entrevista: ____/____/____	
Nome completo do entrevistado: _____	

O AHP - ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (Saaty, 1980), será utilizada para a comparação em pares. O objetivo da comparação em pares será a determinação de pesos a serem utilizados para cada uma das variáveis nas etapas de possíveis projetos seleção de projetos seis sigma Este roteiro foi elaborado para assegurar a correta aplicação do AHP por meio da formulação de perguntas em uma sequência e forma apropriada. A comparação em pares será aplicada às 3 variáveis de esforço e às 3 variáveis de impacto indicadas no quadro A.

Quadro A – Variáveis de esforço e variáveis de impacto

Tipo de variáveis	De esforço	De impacto
Variáveis	1. Capital requerido 2. Habilidades requeridas 3. Disponibilidade de dados	1. Eficiência de produção (disponibilidade e /ou produtividade) 2. Benefício financeiro 3. Satisfação do cliente (pontualidade de entrega, etc.)

A coleta de dados para a comparação em pares deve ser realizada por meio de entrevista individual a cada um dos membros da equipe de decisão. Por meio de entrevista individual devem ser formuladas as perguntas indicadas a seguir. Para as perguntas 2, 4, 6, 8, 10 e 12 utilizar a escala de 1 a 9 de Saaty (1980) deve ser aplicada (Quadro B).

Quadro B – Escala de Saaty (1980)

Avaliação verbal de preferência	Classificação numérica
Extremamente preferido	9
Muito fortemente a extremamente	8
Muito fortemente preferido	7
Fortemente a muito fortemente	6
Fortemente preferido	5
Moderadamente a fortemente	4
Moderadamente preferido	3
Igualmente a moderadamente	2
Igualmente preferido	1

Os quadros C e D apresentam, respectivamente, as perguntas a serem formuladas em relação às variáveis de esforço e de variáveis de impacto com a coluna adicional para a anotação da resposta a cada pergunta.

QUADRO C – PERGUNTAS PARA VARIÁVEIS DE ESFORÇO

Perguntas	Orientação	Resposta
1. Dentre as 2 variáveis de esforço (capital requerido versus habilidades requeridas) você tem preferência por alguma das 2?	Se não tem preferência, anotar 1.	
	Se tiver preferência, anotar a variável preferida e formular a pergunta seguinte.	
2. Qual a classificação numérica da escala de Saaty corresponde a sua preferência?	Utilizando o Quadro B, orientar o respondente a identificar a classificação numérica que corresponda ao seu grau de preferência e anotar a resposta.	
	Se não tem preferência, anotar 1.	

3. Dentre as 2 variáveis de esforço (capital requerido versus disponibilidade de dados) você tem preferência por alguma das 2?	Se tiver preferência, anotar a variável preferida e formular a pergunta seguinte.	
4. Qual a classificação numérica da escala de Saaty corresponde a sua preferência?	Utilizando o Quadro B, orientar o respondente a identificar a classificação numérica que corresponda ao seu grau de preferência e anotar a resposta.	
5. Dentre as 2 variáveis de esforço (Disponibilidade de dados versus habilidades requeridas) você tem preferência por alguma das 2?	Se não tem preferência, anotar 1.	
	Se tiver preferência, anotar a variável preferida e formular a pergunta seguinte.	
6. Qual a classificação numérica da escala de Saaty corresponde a sua preferência?	Utilizando o Quadro B, orientar o respondente a identificar a classificação numérica que corresponda ao seu grau de preferência e anotar a resposta.	

Nota. Para todas as perguntas, enfatizar que a resposta deve levar em consideração o contexto da empresa.

QUADRO D – PERGUNTAS PARA VARIÁVEIS DE ESFORÇO

Perguntas	Orientação	Resposta
7. Dentre as 2 variáveis de impacto (eficiência de produção: disponibilidade e/ou produtividade versus benefício financeiro) você tem preferência por alguma das 2?	Se não tem preferência, anotar 1.	
	Se tiver preferência, anotar a variável preferida e formular a pergunta seguinte.	
8. Qual a classificação numérica da escala de Saaty corresponde a sua preferência?	Utilizando o Quadro B, orientar o respondente a identificar a classificação numérica que corresponda ao seu grau de preferência e anotar a resposta.	
9. Dentre as 2 variáveis de impacto (eficiência de produção: disponibilidade e/ou produtividade versus satisfação do cliente (pontualidade de entrega, etc.)) você tem preferência por alguma das 2?	Se não tem preferência, anotar 1.	
	Se tiver preferência, anotar a variável preferida e formular a pergunta seguinte.	
10. Qual a classificação numérica da escala de Saaty corresponde a sua preferência?	Utilizando o Quadro B, orientar o respondente a identificar a classificação numérica que corresponda ao seu grau de preferência e anotar a resposta.	
11. Dentre as 2 variáveis de impacto (satisfação do cliente (pontualidade de entrega, etc.) versus benefício financeiro) você tem preferência por alguma das 2?	Se não tem preferência, anotar 1.	
	Se tiver preferência, anotar a variável preferida e formular a pergunta seguinte.	
12. Qual a classificação numérica da escala de Saaty corresponde a sua preferência?	Utilizando o Quadro B, orientar o respondente a identificar a classificação numérica que corresponda ao seu grau de preferência e anotar a resposta.	

Nota. Para todas as perguntas, enfatizar que a resposta deve levar em consideração o contexto da empresa.

APÊNDICE C - PLANO DE AÇÃO DO PESQUISADOR. ELABORADO PELO AUTOR

PLANO DE AÇÃO – F-12					
Modalidade: 1) Do pesquisador					
Data da emissão/ revisão: 15/12/2017					
Assunto					
	Ação	Responsável	Prazo	Comentário	
<p>Aprendizado 1: a participação de pessoal responsável pelas operações-chave dos processos estrategicamente priorizados não deve figurar como sendo apenas desejável, deve ser mandatória.</p>	<p>Revisar roteiro para estabelecer que a participação de pessoal responsável pelas operações-chave dos processos estrategicamente priorizados é mandatória.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Ganhos esperados no planejamento e execução das etapas.</p>	
<p>Aprendizado 2: É recomendável que a etapa 1 original (compor e treinar equipe para SPSS) seja dividida em duas com critérios</p>	<p>Revisar o desenho do método GSM_SSP para subdividir a etapa 1 original.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Ganhos esperados no planejamento e execução das etapas.</p>	
<p>Aprendizado 3: o planejamento do treinamento deve ser ajustado em 3 aspectos: a) aumentar carga horária para, pelo menos 6 horas; b) prever a discussão detalhada de cada um dos roteiros das etapas do método GSM_SSP com os membros da equipe designada; c) incluir a explicação de um exemplo real e completo de aplicação do método; d) simplificar a redação dos roteiros eliminando redundâncias e retirando campos de assinaturas.</p>	<p>Revisar roteiro do planejamento do treinamento para modificar os 3 aspectos indicados.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Antecipa o entendimento do método GSM_SSP e contribui para comprometimento.</p>	
<p>Aprendizado 4: A mera integração das informações de VOC e VOB é insuficiente para gerar alternativas de projetos.</p>	<p>Revisar roteiro para retirar a ação de geração de projetos da etapa de integração de informações.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Roteiro do método GSM_SSP propunha atividade em momento pertinente.</p>	
<p>Aprendizado 5: diretrizes originais da etapa VOP estão incompletas.</p>	<p>Complementar o roteiro da etapa de VOP para recomendar a utilização da solução proposta e aplicada:</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Possibilitou a efetiva geração de candidatos a projetos alinhados com voz do cliente e do negócio mesmo diante dos baixos índices de defeitos e de não-conformidades.</p>	
<p>Aprendizado 6: método de pesquisa-ação é capaz de, em ambiente favorável, produzir soluções diante de dificuldades.</p>	<p>elaboração de questionário customizado para investigação das operações combinada com estratégia de aplicação por duplas que aliassem conhecimento técnico e informação atualizada sobre a operação.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>CONTINUA</p>	
<p>Aprendizado 7: A solução proposta (questionário customizado para investigação das operações combinada com estratégia de aplicação por duplas que aliassem conhecimento técnico e informação atualizada sobre a operação) é capaz de gerar projetos.</p>	<p>atualizada sobre a operação.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>CONTINUA</p>	

CONTINUAÇÃO

<p>Aprendizado 8: desenvolvimento de processo para avaliar os candidatos a projetos em relação à complexidade.</p>	<p>Complementar o roteiro da etapa de divisão de projetos para recomendar a utilização do processo desenvolvido para avaliação complexidade.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Possibilitou a apreciação dos candidatos a projetos em relação a uma referência para análise de complexidade.</p>
<p>Aprendizado 9: falta um rol critérios que possam ser tomados como variáveis de esforço e de impacto.</p>	<p>Elaborar um rol critérios que possam ser tomados como variáveis de esforço e de impacto e incluir no método GSM_SSP.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Aumenta as chances de escolha de critérios mais compatíveis com o contexto da organização.</p>
<p>Aprendizado 10: Os membros da equipe de decisão, antes de responderem às perguntas quanto a comparação em pares das variáveis, devem ser orientados para não fazerem comparações para situações genéricas e definir preferência tendo em mente a importância real relativa de cada variável no contexto atual da empresa.</p>	<p>Revisar roteiro do AHP para incluir esta orientação.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Esta orientação é fundamental para assegurar que as preferências estão sendo indicadas tendo em mente o contexto.</p>
<p>Aprendizado 11: foi assimilado o método para integrar as saídas do AHP para o caso de tomada de decisão em grupo. Ação de melhoria: torná-la acessório opcional do método GSM_SSP.</p>	<p>Complementar o roteiro da etapa da determinação de pesos com apoio do AHP para incluir a referência a possibilidade de uso destes métodos.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Este complemento é útil para o caso de utilização de softwares que não fazem esta integração automaticamente.</p>
<p>Aprendizado 12: Os critérios de avaliação específicos para os pequenos ciclos (modalidade 2 (Quadro 52) deveriam ser incorporados ao método GSM_SSP.</p>	<p>Inserir Gates após cada etapa do método GSM_SSP utilizando os critérios da modalidade 2 desenvolvidos em conjunto com os participantes.</p>	<p>Giovanni (Pesquisador)</p>	<p>15/12/17</p>	<p>Contribui para evitar passagens indevidas para as etapas seguintes.</p>

Nota: Todas as ações deste plano de ação foram concluídas dentro do prazo estabelecido. Nota: Elaborado pelo autor

APÊNDICE D - PLANO DE AÇÃO DA EMPRESA. ELABORADO PELO AUTOR

PLANO DE AÇÃO – F-12					
Modalidade: 2) Da empresa					
Data da emissão/ revisão: 15/12/2017					
Assunto	Ação	Responsável	Prazo	Comentário	
Oportunidade de Melhoria 1: Motivos de perdas de negócios não foram explorados como candidatos a projetos.	Incluir representante da área comercial na equipe de decisão.	ED	15/04/18	Favorece a identificação de projetos essenciais para a empresa.	
	Gerar registro dos motivos de perdas de negócios.	Comercial	15/04/18		
Oportunidade de Melhoria 2: Grau de capacitação da equipe de decisão para realizar segundo ciclo amplo de forma emancipada é duvidosa.	Estabelecer programação para treinamento da equipe de decisão no método GSM_SSP com as modificações realizadas a partir do aprendizado e utilizando exemplo da aplicação realizada na empresa visando proporcionar condições para incluir a utilização do método GSM_SSP na rotina da empresa.	ED	15/05/18	Favorece a continuidade de geração e seleção de projetos pela empresa.	
		Diretor geral	15/12/17		
Oportunidade de Melhoria 3: A aplicação do método GSM_SSP foi exclusivamente na linha de prisioneiros para clientes do segmento eólico.	Definir um cronograma para a efetiva implementação do método GSM_SSP na empresa incluindo um planejamento que preveja a sua aplicação e repetição de aplicação nas linhas de produtos da empresa alinhado com a estratégia.	Diretor geral	15/12/17		
Oportunidade de Melhoria 4: Insuficiente qualidade das informações de paradas de manutenção e de produtividade.	Estabelecer e implementar planejamento para melhoria de qualidades destas informações.	ED	20/01/18	-	
Oportunidade de Melhoria 5: Não foram explorados projetos para a melhoria do processo de planejamento e controle de produção.	Estabelecer e implementar planejamento para melhoria do processo de planejamento e controle de produção.	ED	20/01/18	Promove a melhoria do processo de PCP.	
Oportunidade de Melhoria 6: FMEA do processo de fabricação de prisioneiros para clientes eólicos requer revisão.	Revisão da FMEA abrangendo todas as operações do processo de fabricação de prisioneiros a fim de determinar quais as características dos produtos e parâmetros do processo passariam a ser avaliadas para nível sigma.	Engenharia	20/01/18	Favorece a identificação de projetos seis sigma.	
Oportunidade de Melhoria 7: Não existia meta para riscos de modos de falha de alta severidade nem para redução das despesas de fabricação	Estabelecer KPI, modo de acompanhamento e meta	Qualidade	20/01/18	-	

Nota: Equipe de decisão (ED). Nota: A conclusão das ações deste plano de ação ficaram a cargo da unidade de análise.