

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO MULTICRITÉRIO PARA PRIORIZAÇÃO DE
PROJETOS SEIS SIGMA**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

CLÉRISTON CLÁUDIO CARNEIRO PEREIRA DE ALBUQUERQUE

Orientador: Prof. Caroline Maria de Miranda Mota

RECIFE, NOVEMBRO / 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE**

CLÉRISTON CLÁUDIO CARNEIRO PEREIRA DE ALBUQUERQUE

“Modelo Multicritério para Priorização de Projetos Seis Sigma”

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PESQUISA OPERACIONAL

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato CLÉRISTON CLÁUDIO CARNEIRO PEREIRA DE ALBUQUERQUE **xxxxxxxxx**.

Recife, 25 de novembro de 2011.

Prof. Caroline Maria de Miranda Mota, Doutora (UFPE)

Prof. Adiel Teixeira de Almeida Filho, Doutor (UFPE)

Prof. Gilson Lima da Silva, Doutor (UFPE – Campus Agreste)

Aos meus avôs maternos Alaíde (*in memoriam*) e Milton (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A Deus que ilumina meus caminhos e me faz a cada dia mais realizado com a Vossa presença e bênçãos.

Agradeço a minha esposa, Marcela de Albuquerque, pela compreensão, amor e carinho nestes longos anos.

Aos meus amados pais, Maria Alice Carneiro e ao Cláudio Pereira de Albuquerque, que além de educadores, sempre foram meus amigos mostrando – me os caminhos necessários para ser um homem de bem.

A minha mãe de coração, Maria do Carmo, que tanto amo e prezo pelo seu bem estar.

Aos meus irmãos, os presentes e os que estão longe por fazer parte de minha história.

As minhas avós queridas, Alaíde e Maria, se foram, deixando saudades e muito dor.

Ao meu avô materno, Milton, que partiu recentemente e mesmo não tendo convivido muito; tinha muito respeito e carinho.

A meus sogros, Dona Leda e Seu Marcelo por serem sempre prestativos e incentivadores.

Agradeço ao meu tio. Aos meus primos.

Aos professores do curso, especialmente a minha orientadora Caroline Mota, que na dificuldade ajudou-me a continuar a caminhada.

Aos meus colegas de turma. Vocês serão lembrados por mim com muito saudosismo e gratidão.

Agradeço ao Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEP – UFPE).

Aos amigos de toda vida.

Por fim, aos que colaboraram direta ou indiretamente para a concretização desse estudo.

A todos vocês, muito obrigado!

RESUMO

O uso da Metodologia Seis Sigma nas organizações tornou-se economicamente viável para a maioria das empresas que buscam sustentabilidade, lucratividade e dominância no mercado competitivo. A maior parte das empresas que possuem a metodologia difundida e implementada, estão mais preocupadas com relação ao processo de seleção e priorização de projetos no Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma. O Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma é considerado uma parte crítica no Processo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos, que de certa forma, influencia positivamente ou negativamente na estratégia da organização. A Seleção e Priorização de projetos, para a maioria das empresas, são realizadas por meio de julgamento subjetivo do decisor ou empregada de certas ferramentas que não garantem a integridade na escolha de potenciais projetos para compor a carteira de investimentos. Diante do cenário observado foi proposto um framework detalhado do Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma, abrangendo o PROMETHEE V, um modelo híbrido de Decisão Multicritério e Programação Combinatória Discreta. O uso do Método PROMETHEE II favoreceu uma pré – ordem completa dos projetos de forma decrescente, a partir de então, foi empregado o uso do Problema da Mochila 0 – 1, para maximizar os projetos que tenham maiores scores em certas condições de investimento e disponibilidade de recursos. Os projetos identificados são os que irão fazer parte da carteira de investimentos. A partir dos resultados obtidos na aplicação do modelo no ambiente empresarial, foi constatado que o mesmo satisfaz as condições e necessidades da empresa que pretende obter o Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma eficiente.

Palavras – Chave: Seis Sigma, Gestão de Projetos, Portfólio de Projetos, Modelo multicritério de apoio a decisão, PROMETHEE V; PROMETHEE II; Problema da Mochila 0-1.

ABSTRACT

The use of Six Sigma methodology in organizations turned economically viable for most companies seeking sustainability, profitability and dominance in the competitive market. Most companies that implemented the methodology widespread are more concerned about the process of selection and prioritization projects in Project Portfolio Management Six Sigma. The Selection and Prioritization of Six Sigma Projects Process is considered a critical part in the Process of Portfolio Management Six Sigma Project, influence positively or negatively affect the organization's strategic. The selection and prioritization of projects, for most companies, are performed by means of subjective judgments of the decision maker or the use of certain tools that does not guarantee integrity in the selection of potential projects to create the portfolio. According to the scenario observed was proposed a detailed flowchart of the Selection Process and Prioritization of Six Sigma projects, including a hybrid model of Multicriteria Decision and Combinatorial Programming. The use of the PROMETHEE II method favored a complete order of the projects. After, used the Knapsack Problem 0-1, to maximize the projects that with higher scores on certain investment conditions and availability of resources. The projects identified are the ones who will be part of the investment portfolio. From the results obtained in applying the model in the firm found that it meets the conditions and needs of the business you want to get the Selection Process and Prioritization of Six Sigma projects efficiently.

Keywords: Six Sigma. Project Management, Project Portfolio, Multicriteria decision aid; PROMETHEE V; PROMETHEE II; Knapsack Problem 0-1.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1.	JUSTIFICATIVA	2
1.2.	OBJETIVO	3
1.2.1.	<i>OBJETIVO GERAL</i>	3
1.2.2.	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	3
1.3.	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2	A METODOLOGIA SEIS SIGMA.....	5
2.1	CONCEITOS E ORIGENS DO SEIS SIGMA.....	5
2.2	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO SEIS SIGMA	7
2.2.1	<i>TREINAMENTO E CERTIFICAÇÃO DOS CANDIDATOS</i>	9
2.3	ESTRATÉGIA DE RUPTURA	11
2.3.1	<i>DMAIC</i>	11
2.3.2	<i>DFSS</i>	16
2.3.3	<i>DIFERENÇA ENTRE O DFSS E DMAIC</i>	16
3	SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA	19
3.1	PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS	19
3.2	PRIORIZAÇÃO DE POTENCIAIS PROJETOS SEIS SIGMA	33
3.3	DIRETIVAS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS	35
3.4	MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE POIO A DECISÃO.....	41
3.4.1	<i>FAMÍLIA DOS MÉTODOS PROMETHEE</i>	43
3.5	PROBLEMA DA MOCHILA 0 - 1	48
4	MODELO PROPOSTO PARA SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS	51
4.1	FRAMEWORK PARA O PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS.....	51
4.2	CRITÉRIOS ADOTADOS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS	53
4.3	DESCRIÇÃO DO MODELO DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS.....	56
4.4	APLICAÇÃO NUMÉRICA.....	58
4.4.1	<i>DESCRIÇÃO DO PROBLEMA</i>	58
4.4.2	<i>APLICAÇÃO POR MEIO DO MÉTODO PROMETHEE</i>	60
4.4.3	<i>APLICAÇÃO POR MEIO DA PROGRAMAÇÃO COMBINATÓRIA INTEIRA</i>	64
4.4.4	<i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</i>	65
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
5.1	CONCLUSÃO	68
5.2	RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

ANEXO 1 75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – DISTRIBUIÇÃO NORMAL	6
FIGURA 2.2 – COMPOSIÇÃO DOS INTEGRANTES DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO SEIS SIGMA	8
FIGURA 2.3 – ESTRUTURA DE RELACIONAMENTO ENTRE OS INTEGRANTES	8
<i>FIGURA 2.4 – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL MATRICIAL DE PROJETOS</i>	<i>9</i>
FIGURA 2.5 – COMPARAÇÃO ENTRE O DMAIC E PDCA	11
FIGURA 2.6 - CICLO DE HIPÓTESE	14
FIGURA 2.7 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO DMADV	17
FIGURA 2.8 - DIFERENÇAS ENTRE AS METODOLOGIAS DMAIC E DMADV	18
FIGURA 3.1 – PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS	22
FIGURA 3.2 – PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS DE PROJETOS	24
FIGURA 3.3 – MODELO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS DE PROJETOS	26
FIGURA 3.4 – MODELO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS DE NOVO PRODUTOS PARA AS INDÚSTRIAS FARMACÊUTICAS	27
FIGURA 3.5 – PRINCÍPIO DE GESTÃO DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	28
FIGURA 3.6 – MODELO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS SEIS SIGMA.....	29
FIGURA 3.7 – PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DO VALOR REAL DA OPÇÃO	31
FIGURA 3.8 – PROCESSO DE SELEÇÃO DE PROJETOS.....	32
FIGURA 3.9 – FERRAMENTAS E MÉTODOS USADOS NA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA NO REINO UNIDO	34
FIGURA 3.10 – MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO PARA SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA.....	34
FIGURA 3.11 – FLUXO DE SAÍDA	46
FIGURA 3.12 – FLUXO DE ENTRADA	46
FIGURA 4.1 – PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS	52
FIGURA 4.2 – PROCESSO DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA	53
FIGURA 4.3 – FERRAMENTAS E MÉTODOS USADOS PARA IDENTIFICAR OS POTENCIAIS PROJETOS DE SEIS SIGMA NO REINO UNIDO	54
FIGURA 4.4 – JANELA INICIAL DO PROMETHEE COM OS DADOS INSERIDOS	62
FIGURA 4.5 – RANKING DOS PROJETOS NO PROMETHEE II	62
FIGURA 4.6 – PLANO GAIA	63
FIGURA 5.1 – RESULTADO OBTIDO POR LINDO 6.1	75
FIGURA 5.2 – RESULTADO GERADO A PARTIR DO DELTA MÍNIMO.....	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – NÍVEL DE SIGMA	7
TABELA 3.1 – QUATRO TIPOS DE OPÇÕES REAIS	30
TABELA 3.2 – CRITÉRIOS GERAIS PARA O PROMETHEE.....	45
TABELA 4.1 – MATRIZ DE REFERÊNCIAS	55
TABELA 4.2 – INDICADORES DE DESEMPENHO	56
TABELA 4.3 – DETERMINAÇÃO E PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS.....	58
TABELA 4.4 – DETERMINAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	59
TABELA 4.5 – INVESTIMENTOS DOS PROJETOS	59
TABELA 4.6 – CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS	60
TABELA 4.7 – RANKING DOS PROJETOS NO PROMETHEE II.....	61
TABELA 4.8 – NORMALIZAÇÃO DOS DADOS	63
TABELA 4.9 - RESULTADO DO PROBLEMA DA MOCHILA	65
TABELA 4.10 - SELEÇÃO DE PROJETOS COM OS OBJETIVOS UNIFORMES	66
TABELA 4.11 - SELEÇÃO DE PROJETOS COM MAIOR PONTUAÇÃO NO OBJETIVO PRAZO	66
TABELA 4.12 – COMPARAÇÃO ENTRE CENÁRIOS	67

SIMBOLOGIA

AMA – American Management Association

DFSS – Design For Six Sigma

DMAIC – Define, Measure, Analyse, Improve, Control

DMADV – Define, Measure, Analyse, Design, Verify

ELECTRE – Elimination Et Choix Traduisant la Réalité

GAIA – Geometrical Analysis for Iterative Assistance

LINDO – Linear Interactive and Discrete Optimizer

PDCA – Plan, Do, Check, Action

PMI – Project Management Institute

PROMETHEE – Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation

RD – Recursos Disponíveis

TIO – Total de Investimentos Ofertados

1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário competitivo, diversas empresas sempre procuraram uma forma mais eficiente e eficaz de obter o seu *Market Share* no mercado atuante, e uma das formas mais propícias de alcançar este patamar é através de técnicas e metodologias surgidas há pouco tempo, que de certa forma, garante obter grandes benefícios para a corporação. A metodologia Seis Sigma é unanimidade entre as empresas que buscam obter a vantagem competitiva por meio da melhoria da qualidade dos produtos e/ou processos (Werkema, 2006).

Seis Sigma surgiu no final da década de 80 nas instalações da Motorola e ganhou impulso através do Prêmio Malcom Baldrige, prêmio desenvolvido pelo Governo Estadunidense como forma de reconhecimento das organizações que possuem a excelência no desempenho pela qualidade. Após o sucesso na Motorola, outras empresas tiveram o mesmo percurso na implantação, em seguida veio Texas Instruments, Allied Signal (Honeywell), Kodak, Sony, General Electric e etc (Antony & Banuelas, 2002). Seis Sigma é considerada uma metodologia sistemática, cuja evolução partiu do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), porém é baseada em técnicas de estatística e gerencial que promove a melhoria da qualidade dos processos, produtos e serviços (Rodrigues, 2006).

Segundo Werkema (2006) as principais características que um bom projeto Seis Sigma deve apresentar são:

- ✓ Forte contribuição para o alcance das metas estratégicas da empresa;
- ✓ Colaboração para o aumento da satisfação dos clientes/consumidores;
- ✓ Elevada garantia de conclusão dentro do prazo estabelecido;
- ✓ Grande impacto para a melhoria da performance da organização;
- ✓ Quantificação precisa, por meio do emprego de métricas apropriadas, dos resultados que devem ser alcançados no projeto;
- ✓ Elevado patrocínio por parte da alta administração da empresa e dos demais gestores envolvidos;

O fato que interfere no Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma é o tipo de Processo de Gerenciamento de Portfólios empregado, segundo Cooper (2001) apud Correia (2005) a escolha do processo influencia na estrutura de tomada de decisão. A maioria

das decisões geralmente não é baseada em fatos e critérios objetivos, mas em políticas, opiniões e emoções (Cooper et al., 1999).

O presente estudo apresenta um framework de Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma baseado nos moldes do framework de Gerenciamento de Portfólios do *Project Management Institute* (PMI), a maior ênfase foi concedida ao processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma, por meio de um modelo multicritério de apoio a decisão.

Este capítulo aborda de forma clara e direta a forma na qual levou o incentivo para o desenvolvimento do presente estudo, apontando os objetivos geral e específicos que irão conduzir a solução do problema e a forma estruturada do presente trabalho.

1.1. JUSTIFICATIVA

A seleção e priorização de projetos Seis sigma é considerada como etapa crítica no sucesso ou no fracasso dos programas de Seis Sigma na organização (Antony, 2004). Snee & Rodebaugh (2002) fala sobre a dificuldade encontrada na etapa de seleção e priorização de projetos enfrentada pela maioria das empresas que utilizam a metodologia Seis Sigma. Fernandes (2006) comenta que a quantidade de projetos com forte impacto positivo tende a reduzir, caso não exista uma boa estratégia voltada na seleção de projetos Seis Sigma.

Eckes (2001) apud Banuelas et al. (2006) explica que dentre dos projetos Seis Sigma executados, cerca de 20% são cancelados durante o período de execução. O cancelamento de um projeto em plena execução tende a ser oneroso para a empresa, proporciona a utilização de recursos escassos que podiam ser evitados, favorece o atraso a obtenção de resultados positivos e causa a sensação de frustração em toda a organização. De acordo com Antony (2004), Snee & Rodebaugh (2002) e Padhy & Sahu (2011), este fato ocorre devido ao julgamento subjetivo da alta administração e na carência de ferramentas eficientes e eficazes no processo de seleção e priorização de projetos.

Outro fato preocupante que interfere no Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma é a identificação e a escolha dos Fatores Críticos de Sucesso (CSF's) essenciais para a seleção dos projetos (Banuelas & Antony, 2002). Conforme Akpolat & Xu (2002) a seleção dos projetos inicia a partir da identificação das necessidades de melhoria. Segundo Fernandes & Turrioni (2007), os Fatores Críticos de Sucesso tem um forte impacto no objetivo que pretende atingir.

O presente estudo procura de forma sistemática, a utilização da abordagem da Pesquisa Operacional, como a forma racional no tratamento do processo de seleção e priorização de projetos Seis Sigma. Os modelos de Multicritério de Apoio a Decisão e a Otimização Discreta, garantem a eficácia para o tratamento do problema, obtendo a redução ou eliminação do percentual de projetos cancelados ou abandonados durante a plena execução da carteira de Portfólios.

1.2. OBJETIVO

1.2.1. OBJETIVO GERAL

Propor um modelo multicritério de apoio à decisão adaptado para auxiliar a tomada de decisão no processo de seleção e priorização de projetos Seis Sigma.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar a estrutura de Gerenciamento de Portfólios que garante o sucesso dos projetos Seis Sigma.
- ✓ Identificar os critérios ou fatores mais usados que favorecem a seleção de potenciais projetos Seis Sigma por meio da revisão da literatura.
- ✓ Adequar um framework existente para aplicação do processo de seleção e priorização de projetos Seis Sigma baseado em modelo multicritério de apoio a decisão.
- ✓ Aplicar e analisar os resultados do modelo de seleção e priorização de projetos Seis Sigma proposto.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está estruturado em capítulos conforme descritos na sequência a seguir:

Capítulo 1 – **Introdução**, neste capítulo inicia – se com uma breve introdução sobre o tema abordado, a justificativa na qual motivou o desenvolvimento do presente estudo, bem como o delineamento dos objetivos a serem alcançados.

Capítulo 2 – **A Metodologia Seis Sigma**, neste capítulo é apresentada o conceito e a origem da metodologia Seis Sigma, a estrutura organizacional de funcionamento, as estratégias de ruptura e as diferenças entre as estratégias de ruptura.

Capítulo 3 – **Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma**, neste capítulo apontam os processos de Gerenciamento de Portfólios encontrados na literatura, as ferramentas mais usadas na priorização de projetos Seis Sigma, os critérios que favorecem na identificação dos potenciais projetos Seis Sigma e os modelos matemáticos empregados para esta finalidade.

Capítulo 4 – **O Modelo Proposto para Seleção e Priorização de Projetos**, caracteriza – se o enfoque do presente estudo apresentando a descrição do problema, o processo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma adequado, o detalhamento do processo de Seleção e Priorização de Projetos, os principais critérios essenciais na seleção de projetos, o método empregado na seleção e priorização, aplicação do modelo e a análise de sensibilidade dos métodos propostos.

Capítulo 5 – **Considerações Finais**, finalmente, neste capítulo aborda a conclusão do presente estudo e recomendações de trabalhos futuros.

2 A METODOLOGIA SEIS SIGMA

Neste capítulo é apresentado uma visão geral sobre as origens e os conceitos básicos do Seis Sigma, a forma como se encontra estruturada na organização, os responsáveis em cada nível hierárquico, as estratégias de ruptura que induzem as personagens na definição do problema e na solução, e as diferenças entre as estratégias de ruptura.

2.1 CONCEITOS E ORIGENS DO SEIS SIGMA

O Seis Sigma surgiu em 15 de janeiro de 1987 pelo engenheiro Bill Smith na Motorola sob o comando de Bob Galvin, os estudos conduziam a correlação entre falhas dos produtos no processo de manufatura com falhas para o cliente (Carpinetti, 2010). Foi internacionalmente reconhecido por volta de 1988, quando a Motorola ganhou o Prêmio Malcom Baldrige de excelência em qualidade. Ganhou impulso por volta dos anos 90, quando os ex-funcionários Mikel Harry e Richard Schroeder criaram o *Six Sigma Academy* que deu início aos estudos e a disseminação para outras empresas (Carpinetti, 2010); (Werkema, 2006); (Rodrigues, 2006). Segundo Franz (2003), a empresa *General Electric* apresentou resultados satisfatórios na implantação do Seis Sigma.

Seis Sigma, conhecida globalmente como *Six Sigma* é uma metodologia rigorosa que utiliza abordagem quantitativa e qualitativa para a melhoria e desempenho de uma organização, por meio da identificação e eliminação dos desperdícios e agregação de valores (Rodrigues, 2006).

Werkema (2006, p.18) define que:

“Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.”

Segundo Franz (2003) o termo se originou a partir de um parâmetro empregado na Estatística para medir a dispersão de dados, remetendo – se a ideia da redução da dispersão durante o controle de processos.

Rodrigues (2006) alega que Seis Sigma é uma metodologia rigorosa e disciplinada focada no negócio, que utiliza ferramentas, técnicas e análise estatística como forma de mensurar e aprimorar a performance operacional, por meio da identificação e eliminação dos defeitos, falhas e desperdícios, e por meio da agregação do valor ao produto ou processo produtivo.

Gygi (2008) comenta que para a empresa atinja certos benefícios e melhores resultados, como o aumento da satisfação e a redução dos custos, deve-se saber como manejar as entradas ou características críticas do processo. Carpinetti (2010) orienta que a variação ocorrida no processo está nitidamente relacionada ao nível de qualidade do processo, quer dizer, pode-se mensurar através de técnicas e ferramentas estatísticas a qualidade do produto ou serviço oferecido. Pode-se, inclusive, atingir melhores desempenhos em curto prazo.

Segundo Carpinetti (2010) o comportamento dos processos produtivos é representado por uma distribuição de probabilidades. Esta distribuição, conhecida como Distribuição Normal ou Distribuição Gaussiana (figura 2.1) estabelecida por Carl Fredrick Gauss (1777-1855), representa a dispersão dos resultados obtidos do processo (Teorema do Limite Central).

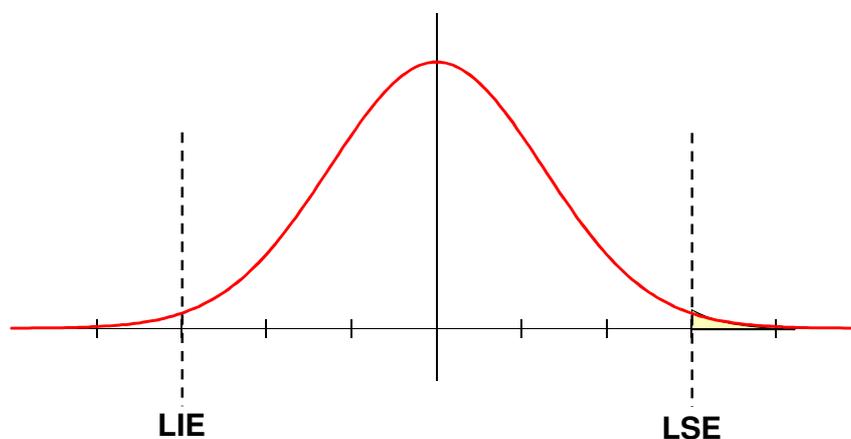


Figura 2.1 – Distribuição Normal

Fonte: Essa Pesquisa

Gygi (2008) sinaliza que Seis Sigma é facilmente mensurado através de uma escala, conhecida como escala sigma (tabela 2.1), e a medição é realizada de forma global, quer dizer, pode-se mensurar o desempenho do processo através das características críticas comparados aos requisitos, quanto maior for a pontuação, menor será os defeitos produzidos,

como por exemplo, no processo de envasamento de latas de refrigerante de uma empresa de bebidas, cuja característica crítica do processo é a vazão do refrigerante para o involucro, caso esta característica opere em 3 sigma, significa que dentre de um milhão de latas produzidas cerca de sessenta e seis mil e oitocentos e sete encontra-se fora de especificação.

Tabela 2.1 – Nível de Sigma

Fonte: Gygi (2008, p.23)

Sigma	Porcentagem Defeituosa	Defeitos por Milhão
1	69%	691.462
2	31%	308.538
3	6,7%	66.807
4	0,62%	6.210
5	0,023%	233
6	0,00034%	3,4
7	0,0000019%	0,019

Franz (2003) alega que caso a eficiência do processo produtivo fosse gradual e continuamente melhorada, era possível, numa situação hipotética atingir a perfeição, atingindo zero defeitos.

2.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO SEIS SIGMA

Os programas Seis Sigma são desenvolvidos, gerenciados e coordenados por membros especializados em Seis Sigma que compõem uma estrutura semelhante e típica de uma estrutura organizacional comum da empresa. Esta estrutura é composta por Patrocinadores e Especialistas: *Sponsors, Champions, Master Black Belts, Black Belts, Green Belts, Yellow Belts* e *White Belts*, as principais atribuições e níveis de atuação estão discutidos na figura 2.2. A forma visual de enxergar o relacionamento entre os integrantes está exposta na figura 2.3. (Carpinetti, 2010); (Werkema, 2006).

Carpinetti (2010) ressalta que esse tipo de relacionamento favorece o beneficiamento do programa, uma vez que, a estrutura foi desenvolvida, especificamente, para atender a gestão de melhoria da empresa.

	Patrocinador/ Especialista	Nível de atuação	Principais atribuições
Patrocinador	<i>Sponsor</i>	Principal executivo da empresa	Promover e definir as diretrizes para a implementação do Seis Sigma.
	<i>Sponsor Facilitador</i>	Diretoria	Assessorar o <i>Sponsor</i> do Seis Sigma na implementação do programa.
	<i>Champion</i>	Gerência	Apoiar os projetos e remover possíveis barreiras para o seu desenvolvimento.
Especialista	<i>Master Black Belt</i>	Staff	Assessorar os <i>Sponsors</i> e <i>Champions</i> e atuar como mentores dos <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i> .
	<i>Black Belt</i>	Staff	Liderar equipes na condução de projetos multifuncionais (preferencialmente) ou funcionais.
	<i>Green Belt</i>	Staff	Liderar equipes na condução de projetos funcionais ou participar de equipes lideradas por <i>Black Belts</i> .
	<i>Yellow Belt</i>	Supervisão	Supervisionar a utilização das ferramentas Seis Sigma na rotina da empresa e executar projetos mais focados e de desenvolvimento mais rápido que os executados pelos <i>Green Belts</i> .
	<i>White Belt</i>	Operacional	Executar ações na operação de rotina da empresa que irão garantir a manutenção, a longo prazo, dos resultados obtidos por meio dos projetos.

Figura 2.2 – Composição dos integrantes da Estrutura Organizacional do Seis Sigma

Fonte: Werkema (2006, p.19)

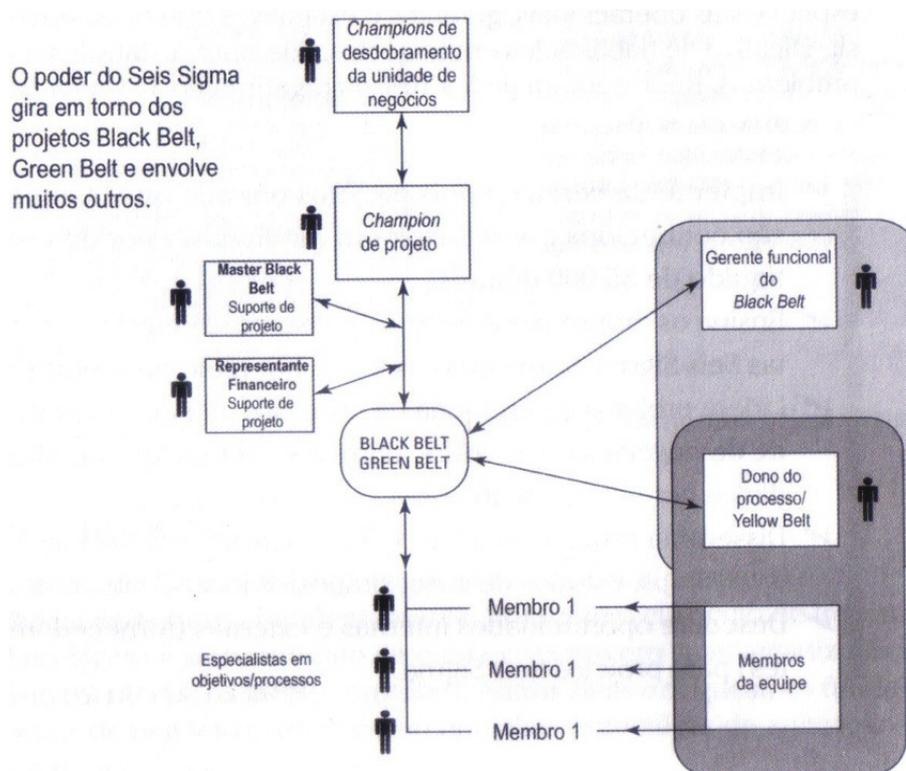


Figura 2.3 – Estrutura de relacionamento entre os integrantes

Fonte: Gygi (2008, p.54)

Os programas e os projetos Seis Sigma são conduzidos a partir de uma Estrutura Organizacional Matricial, uma estrutura que combina as características das Estruturas Organizacionais Funcionais (conhecida também como Estrutura Organizacional Hierárquica) e Projetizadas (conhecidas também como Estrutura Organizacional por Projetos). Nesta estrutura organizacional, cada área funcional é representada pelos *Green Belts*, que possui a plena responsabilidade interfuncional na condução do projeto, os *Black Belts* são os que realizam o papel na condução do projeto junto com o responsável de cada área e o *Champion* atua na coordenação de um grupo de projetos de uma determinada operação (Moura, 2004). A figura 2.4 apresentada a seguir, a Estrutura Organizacional Matricial utilizado pelos integrantes do programa.

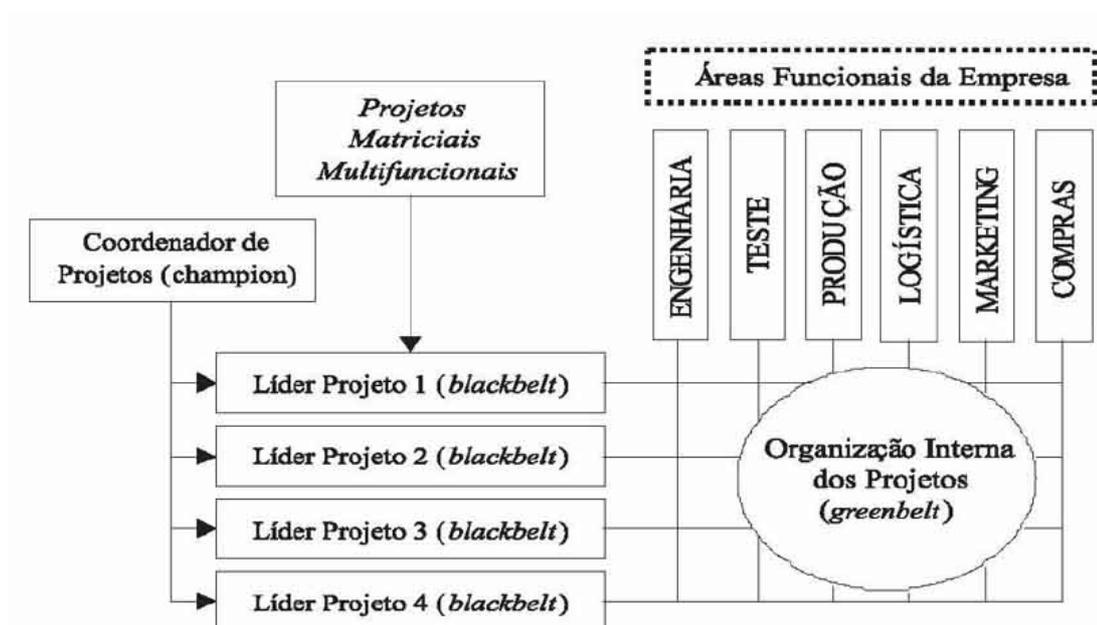


Figura 2.4 – Estrutura Organizacional Matricial de Projetos

Fonte: Moura (2004) apud Maximiano (1997)

2.2.1 TREINAMENTO E CERTIFICAÇÃO DOS CANDIDATOS

O treinamento é considerado como um dos fatores críticos de sucesso na implementação dos projetos Seis Sigma (Banuelas & Antony, 2002).

Segundo Henderson & Evans (2000) apud Fioravanti (2005) o treinamento e a certificação dos candidatos deve ser realizado e conduzido por empresas de consultoria especializada em Seis Sigma. O primeiro consultor a implantar com sucesso foi Mikel Harry na *General Eletric* (GE).

De acordo Gross (2001) apud Scatolin (2005) existem três níveis de treinamento Seis Sigma, *Green Belt*, *Black Belt* e *Master Black Belt*. Cada nível é diferenciado pelo nível de aprofundamento em técnicas de estatísticas, resolução de problemas e técnicas de gerenciamento de mudanças.

A formação de um *Black Belt* inclui, geralmente, quatro semanas de treinamento em sala de aula, a cada uma semana por mês durante quatro meses. O tempo restante é gasto em projetos sob orientação e acompanhamento de um *Master Black Belt*. O treinamento é composto de três semanas de ferramentas de estatística: uma semana de estatística básica, incluindo as sete ferramentas e análise de dados, uma semana de planejamento de experimentos e uma semana de controle de qualidade. O treinamento também envolve conhecimentos em Gerenciamento de Projetos, seleção e avaliação de projetos e seleção e formação de equipes (Lucas, 2002).

Segundo Pyzdek (2000) apud Fioravanti (2005) o treinamento estatístico deve ser realizado e conduzido somente por um *Master Black Belt*, o treinamento conduzido e realizado pelos níveis menores, pode ocasionar a propagação de erros para outros níveis menores.

No período da fase de treinamento, o desempenho do candidato a *Black Belt* ou a *Green Belt* no desenvolvimento dos projetos será avaliado para balizar a decisão quanto à certificação, ou não, de cada candidato (Werkema, 2006).

Conforme Gross (2001) apud Scatolin (2005), o requisito para a certificação de um *Black Belt* requer a implantação de dois projetos com sucesso, por sua vez, o requisito para a certificação de um *Green Belt* requer um projeto implantado com sucesso. A certificação para o candidato para *Master Black Belt* requerem a liderança de vinte projetos com sucesso (Lucas, 2002).

Antony (2004) fala sobre a não padronização dos treinamentos quanto à certificação dos candidatos a *Black Belts* e dos *Green Belts* que ocorre com frequência entre as empresas certificadoras. Segundo Antony (2004), a não padronização provoca diferentes níveis de conhecimento para os candidatos com mesma certificação.

2.3 ESTRATÉGIA DE RUPTURA

2.3.1 DMAIC

Segundo Aguiar (2002) o DMAIC, cujo acrônimo é: **D**efine, **M**easure, **A**nalyse, **I**mprove, **C**ontrol; é uma metodologia voltada para solução de problemas, foi desenvolvida a partir do método Plan Do Check Action (PDCA). A figura 2.5 ilustra a equivalência entre as duas metodologias.

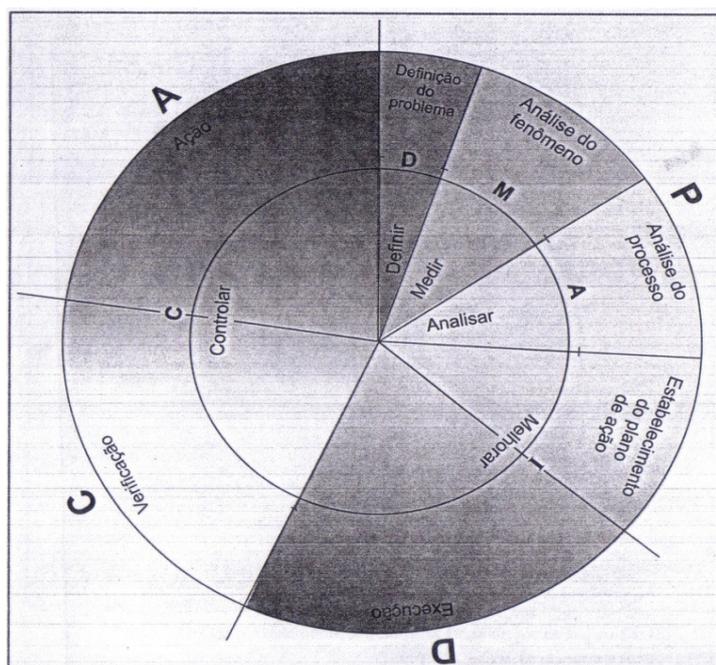


Figura 2.5 – Comparação entre o DMAIC e PDCA

Fonte: Aguiar (2002, p. 209)

I - DEFINE (DEFINIR)

Conforme Carpinetti (2010), esta fase está relacionada com a definição dos projetos Seis Sigma. Gygi (2008) comenta que esta etapa representa cerca de 50% do sucesso.

Rodrigues (2006, p.28) explica que esta fase procura “definir os processos críticos e os objetivos do negócio e das expectativas e necessidades dos clientes”.

Rotondaro et al (2002) apud Fioravanti (2005), explana que nesta fase é realizada a “Seleção de Projetos”. Toda ação é tomada e conduzida pelos níveis mais altos da estrutura hierárquica: *Champions, Master Black Belts e Black Belts* (Carpinetti, 2010).

Segundo os autores Fioravanti (2005) e Carpinetti (2010) os pré-requisitos essenciais para a definição de projetos são:

- ✓ Definição dos requisitos do cliente (voz do cliente) e transformá-la em características críticas.
- ✓ Mapeamento dos processos de realização do produto.

Rodrigues (2006) apresenta as principais ferramentas, técnicas e ações envolvidas nesta fase:

- ✓ Fluxograma;
- ✓ Mapa do Processo;
- ✓ Diagramas para o Planejamento e Gestão dos Processos;
- ✓ Lista de Verificação;
- ✓ Definir Indicadores de Desempenho;
- ✓ Identificar o Fator Crítico (*Critical to Quality* – CTQ);
- ✓ Desdobramento da Função Qualidade (QFD);
- ✓ Análise de Valor – AV.

II - MEASURE (MEDIR)

Nesta segunda fase, é definida a forma como o processo deve ser mensurado (Fioravanti, 2005). O principal objetivo, segundo Carpinetti (2010, p. 148) “é coletar dados que possam auxiliar na investigação das características específicas do problema”.

Rodrigues (2006) sinaliza que esta fase procura medir o desempenho do processo e identificar os problemas e a sua intensidade.

É nesta fase, conforme Gygi (2008, p. 85), que determina “os poucos fatores vitais que influenciam o comportamento” do processo. O próprio autor comenta que esta fase consome mais tempo, devido às dificuldades de coletar as características críticas da qualidade do produto, serviço e processo. Pande et. Al. (2001) apud Fioravanti (2005) comenta que a medição deve ser sólida, repetitiva e representativa que exista a confirmação da oportunidade ou absoluto esclarecimento do problema, para que a transição para a próxima fase, seja

adequada. Gygi (2008) comenta que o esclarecimento do problema favorece o foco da atenção e na sua melhoria.

Rodrigues (2006) apresenta as principais ferramentas, técnicas e ações envolvidas nesta fase.

- ✓ Histograma;
- ✓ Diagrama de Pareto;
- ✓ Matriz de Prioridade;
- ✓ Capacidade do Processo (C_p e C_{pk});
- ✓ Gráfico Box Plot;
- ✓ Confiabilidade e Taxas de Falhas;
- ✓ Sistema de Manutenção;
- ✓ Sistema de Medição;

III - ANALYSE (ANÁLISE)

Segundo Porter (2000) apud Fioravanti (2005, p. 30) o objetivo desta fase é “identificar a lacuna existentes entre o desempenho do atual projeto e do projeto desejado, priorizando problemas e identificando as causas desses problemas”. Carpinetti (2010) explica que nesta fase existe o relacionamento entre a situação indesejável e suas causas.

Carpinetti (2010) ressalta que nesta etapa, existe forte exigência, por parte das equipes, em termos de capacitação técnica e habilidade nas ações que eliminem ou minimizem as fontes geradoras de problemas.

Pande et. al. (2001) apud Fioravanti (2005) afirma que esta fase é considerada a mais imprevisível aos demais, devido as hipóteses geradas sobre as incertezas ocorridas. O autor revela que existe um ciclo de processos para esta situação (figura 2.6), onde parte-se no ponto (a) e percorre até obter um melhor refinamento que gera uma explicação do problema.

Rodrigues (2006) apresenta as principais ferramentas, técnicas e ações envolvidas nesta fase.

- ✓ Brainstorming;
- ✓ Diagrama de Causa e Efeito;
- ✓ Análise de Modo de Falhas e Efeito – FMEA;
- ✓ Análise de Árvore de Falha – FTA;
- ✓ Diagrama de Concentração;
- ✓ Análise de Dispersão;
- ✓ Análise de Variância – ANOVA;
- ✓ Planejamento de Experimento.

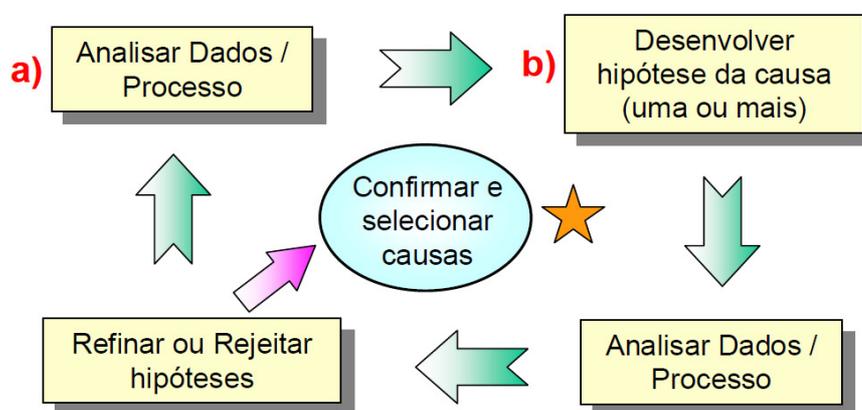


Figura 2.6 - Ciclo de Hipótese

Fonte: Pande et. al. (2001) apud Fioravanti (2005), p 31

IV - IMPROVE (MELHORAR)

É nesta etapa que são conduzidas o planejamento e a execução da ação de melhoria (Carpinetti, 2010). Fioravanti (2005) revela que as equipes envolvidas estão empenhadas na geração de soluções de melhorias e resolução de problemas que almejem os requisitos estratégicos, financeiros e outros objetivos relacionados ao desempenho.

Carpinetti (2010) revela que nesta etapa podem ser realizada análise da capacidade de processos para confirmar resultados almejados.

Rodrigues (2006) aponta uma série de principais ferramentas, técnicas e ações envolvidas nesta fase.

- ✓ Programa 5S;
- ✓ Benchmarking;
- ✓ Reengenharia;
- ✓ Just – in – time – JIT;
- ✓ Estratégias Corporativas: como conceber;
- ✓ Estrutura Organizacional: como realinhar;
- ✓ Colaboradores: como buscar o comprometimento;
- ✓ Clientes: como aumentar sua satisfação;
- ✓ Fornecedor: como transformar um parceiro.

V - CONTROL (CONTROLAR)

Esta fase marca, definitivamente, a garantia de que as melhorias aplicadas não saiam do controle. Banuelas & Antony (2002) destaca que o objetivo principal desta etapa é manter o controle da melhoria implantada.

Harry (1998) apud Fioravanti (2005) comenta que após determinado período, referido pelo autor como o período de acomodação, a capacidade do processo deve ser mensurado para assegurar que os resultados almejados estão sendo conservados.

Rodrigues (2006) aponta uma finitude das principais ferramentas, técnicas e ações nesta fase.

- ✓ Kaizen;
- ✓ Poka – Yoke;
- ✓ Análise de Taguchi;
- ✓ Gráfico de Controle.

2.3.2 DFSS

Design For Six Sigma surgiu na empresa General Electric (GE) no final da década de 90, cujo objetivo está direcionado para desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos, caracteriza-se pela utilização conjunta de técnicas estatísticas e engenharia para o desenvolvimento e lançamento de produtos certos no mercado, no prazo curto e no custo acessível (Werkema, 2005).

Segundo Aguiar (2002), o DFSS é fundamentado através do método DMADV, cujo acrônimo é: **D**efine (definir), **M**easure (medir), **A**nalyse (analisar), **D**esign (planejar), **V**erify (verificar); que por sua vez é conduzido por equipes capacitadas para incorporar análise de estatística de modo de falhas para novos produtos, serviços ou processos. A figura 2.7 apresenta, de forma resumida, a descrição das atividades do DMADV.

Werkema (2005) ressalta que a metodologia é recomendada para situações quando:

- ✓ A empresa pretende desenvolver novos produtos, serviços ou processos.
- ✓ Processos que já atingiram níveis máximos de desempenho (substituição do processo atual por um de maior capacidade).
- ✓ O DMAIC mostra insuficiência para atender as necessidades e expectativas dos clientes.

Cossi & Ferreira (2003) alegam que a metodologia DFSS é bastante semelhante à metodologia do PMI, por isso as etapas da metodologia apresenta a características apresentadas no guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK).

2.3.3 DIFERENÇA ENTRE O DFSS E DMAIC

A metodologia Design For Six Sigma atua como uma extensão do Seis Sigma, entretanto, esta e o DMAIC são consideradas metodologias independentes.

De acordo com Fioravanti (2005) a metodologia DMAIC está nitidamente direcionada para processos e operações que necessitam melhorias no nível de sigma de desempenho. Onde é realizada uma investigação para detectar quais as partes do processo que estejam carentes, para posterior, melhorá-la para o nível de sigma satisfatório.

Fioravanti (2005) relata que a metodologia DMADV está relacionada em constituir um processo ou um produto novo, quer dizer, o processo ou o produto é estudado e projetado para que já inicie as atividades apresentando o nível sigma de desempenho aceitáveis. A figura 2.8, a seguir, comenta mais sobre as diferenças entre as duas metodologias.

	Objetivo	Principais resultados esperados	
Etapa do DMADV	Define	Definir claramente o novo produto ou processo a ser projetado.	<ul style="list-style-type: none"> • Justificativa para o desenvolvimento do projeto • Potencial de mercado para o novo produto • Análise preliminar da viabilidade técnica • Análise preliminar da viabilidade econômica • Previsão da data de conclusão do projeto • Estimativa dos recursos necessários.
	Measure	Identificar as necessidades dos clientes/consumidores e traduzi-las em Características Críticas para a Qualidade (CTQs) - mensuráveis e priorizadas - do produto.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação e priorização das necessidades dos clientes/consumidores. • Análise detalhada do mercado. • Características críticas do produto para o atendimento às necessidades dos clientes/consumidores.
	Analyze	Selecionar o melhor conceito dentre as alternativas desenvolvidas e gerar o <i>Design Charter</i> do projeto.	<ul style="list-style-type: none"> • Definição das principais funções a serem projetadas para o atendimento às necessidades dos clientes/consumidores. • Avaliação técnica dos diferentes conceitos disponíveis e seleção do melhor. • Análise financeira detalhada do projeto.
	Design	Desenvolver o projeto detalhado (protótipo), realizar os testes necessários e preparar para a produção em pequena e em larga escala.	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento físico do produto e realização de testes • Análise do mercado e <i>feedback</i> de clientes/consumidores sobre os protótipos avaliados. • Planejamento da produção. • Planejamento do lançamento no mercado. • Análise financeira atualizada do projeto.
	Verify	Testar e validar a viabilidade do projeto e lançar o novo produto no mercado.	<ul style="list-style-type: none"> • Lançamento do produto no mercado. • Avaliação da performance do projeto.

Figura 2.7 - Descrição das Atividades do DMADV

Fonte: Werkema (2005, p.20)

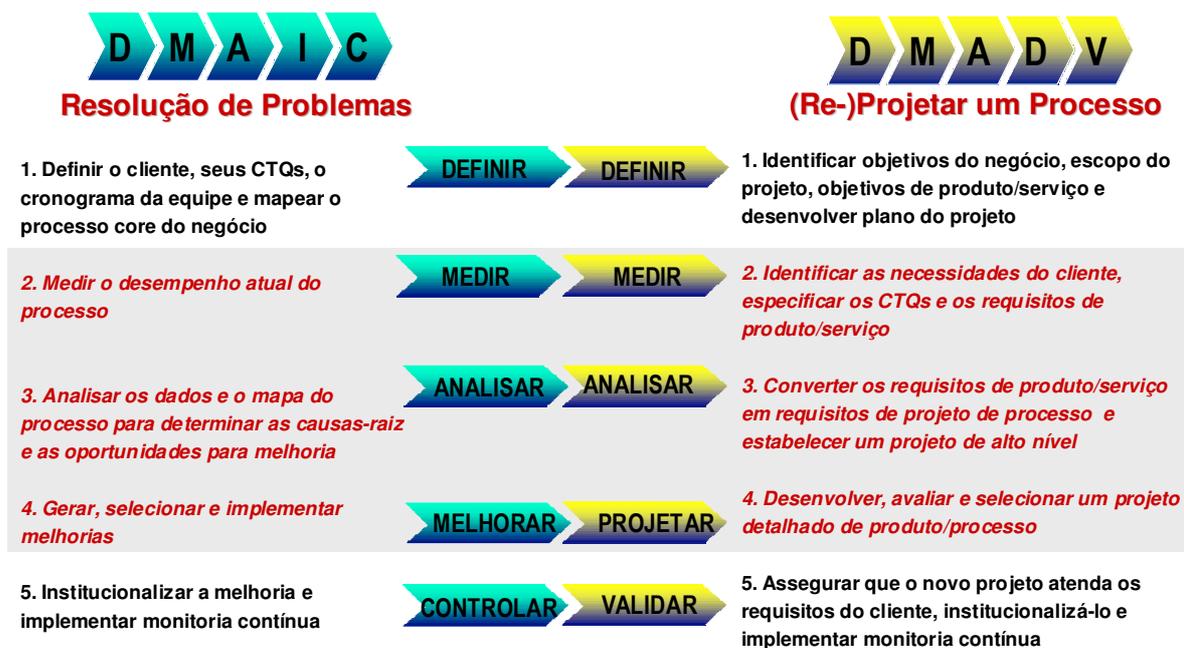


Figura 2.8 - Diferenças entre as metodologias DMAIC E DMADV

Fonte: Adaptado de Eudes Canuto (Master Black Belt da White Martins)

3 SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA

O presente capítulo discute o conhecimento em Gerenciamento de Portfólios, são apresentados os processos de Gerenciamento de Portfólios, as ferramentas e técnicas mais utilizadas e os critérios essenciais mais usados que favorecem a inclusão dos projetos nas carteiras de investimento.

3.1 PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS

Define – se Portfólio como “uma coleção de projetos ou programas e outros trabalhos que são agrupados para facilitar o gerenciamento eficaz desse trabalho para alcançar os objetivos estratégicos do negócio” (The Standard for Portfolio Management, 2008, p.4). Segundo Almeida (2011), os portfólios não são temporários, como os projetos e os programas; podem existir mais de um portfólio nas organizações para diferentes áreas ou objetivos.

O Gerenciamento de Portfólios compete à gestão coordenada dos componentes do portfólio para atingir os objetivos particulares da organização (The Standard for Portfolio Management, 2008). Segundo Kendall (2009) o Gerenciamento de Portfólios de Projetos “é um conjunto de processos para analisar, recomendar, autorizar, ativar, agilizar e monitorar projetos para atingir os objetivos de melhoria das organizações”.

A Gestão de Portfólio surgiu na década de 50, a partir do desenvolvimento da base para a teoria moderna de portfólio e foi estabelecida o embasamento para o gerenciamento de portfólios de projetos, a partir das décadas de 80 e 90. O gerenciamento de Portfólios ganhou impulso a partir da década de 90, quando houve o aumento considerável de estudiosos nesta área (Castro & Carvalho, 2010).

Conforme Kendall (2009) o bom gerenciamento de portfólios garante:

- ✓ Colocação de produtos no mercado em torno de 20 a 30% mais rápida;
- ✓ Aumento em torno de 25 a 30% nos números de projetos executados pelos mesmos recursos;
- ✓ Redução em torno 25 a 50% na duração dos projetos;
- ✓ Garante 90% de projetos concluídos com sucesso, com a margem de lucro dobrada;

- ✓ Aumento de 50% em Pesquisas & Desenvolvimento.

Kendall (2009) lista três atividades que devem ser realizadas de forma hábil e assegurada para que atinja os objetivos estratégicos da empresa:

Escolha correta de um conjunto de projetos: escolha correta dos projetos que conduzirão ao aumento do nível de recursos e proporcionar um alto valor para os stakeholders.

Assegurar o escopo correto: alinhamento do projeto para o alcance dos objetivos empresariais. A melhoria deve ocasionar um impacto significativo para a organização.

Execução rápida e sequenciada de forma correta: Capacidade do gestor de portfólio na percepção das mudanças e no gerenciamento de recursos, custos, conflitos e restrições dos projetos e adequar com a realidade, de forma que garanta ótimo desempenho na função.

Conforme Kendall (2009) existe três papéis distintos que determinada organização precisa desenvolver e conduzir de forma normalizada e formal:

- ✓ Governança;
- ✓ Gerenciamento;
- ✓ Gerenciamento de Portfólios de Projetos.

A **Governança** está diretamente relacionada ao papel executivo de tomada de decisão conduzida pelos membros da alta administração, que normalmente se reúnem, periodicamente, para tomar decisões relacionadas sobre: quais os projetos aprovar e rejeitar, quando os projetos devem ser iniciados, quantos projetos iniciar, data de entrega dos projetos, critérios para propostas de projetos, prioridades, designação de recursos, análise de projetos e investimentos em metodologia e ferramentas em gerenciamento de projetos.

Em termos gerais, a Governança é o principal responsável pela definição das metas estratégicas que são repassadas para as equipes de gestão de portfólios (Castro & Carvalho, 2010). Para *Project Management Institute* (PMI), órgão responsável pela disseminação internacional em Gerenciamento de Projetos (The Standard for Portfolio Management, 2008), afirma que a governança estabelece os limites de poder, regras de conduta, e os protocolos que as organizações utilizam para gerenciar os progressos de seus objetivos estratégicos.

O **Gerenciamento** traduz no monitoramento do gerenciamento de portfólios. Os projetos devem ser monitorados para que a sua conclusão esteja de acordo com os três objetivos do projeto: qualidade, prazo e custo. Entretanto, a PMI (The Standard for Portfolio Management, 2008), compete que se deve existir um grupo de processos de controle e monitoramento, responsável pelo controle e monitoramento de riscos, revisões sobre desempenhos de Portfólios e monitoramento as mudanças constantes sobre as estratégias do negócio.

O papel de **Gerenciamento de Portfólios de Projetos** compete o relacionamento entre a governança e a gerência de portfólios e a gerência de portfólios e a gerência de projetos e programas. De acordo com PMI (The Standard for Portfolio Management, 2008), o Gerenciamento de Portfólio é uma disciplina dentro da Governança. A falta de comunicação entre a Governança e o Gerenciamento de Portfólios, provoca o aumento dos riscos, baixas iniciativas e aumentos no consumo de recursos. Já o relacionamento com os níveis mais baixos garante que o gestor de portfólio obtenha informações sobre decisões, alocação de recursos e suporte aos componentes do portfólio.

Conforme a PMI (The Standard for Portfolio Management, 2008) existe uma abrangência de informações que compete às responsabilidades sobre o gerente de portfólios. Além das técnicas e ferramentas sobre gerenciamento de portfólio, o gerente de portfólio deve possuir experiências suficientes sobre: Alinhamento da Estratégia, Métodos e Técnicas sobre Gerenciamento de Projetos e Programas, Desenvolvimento dos Processos de Melhoria Contínua, Habilidades Gerais do Negócio, Gestão de Competências, Gestão de Stakeholders e Gerenciamento de Riscos e Oportunidades.

Segundo PMI (2008), não existe um modelo correto para o gerenciamento de portfólios, a seleção de processos de gerenciamento de portfólios varia de acordo com aspectos estratégicos, culturais, econômicos e contexto ambiental de cada empresa. A decisão de opção de escolha parte do nível estratégico da organização.

A seguir, serão apresentadas as abordagens de cada autor, de forma que seja desenvolvida uma visão geral para o estudo.

I – Abordagem do *Project Management Institute* (PMI)

O padrão de gerenciamento de portfólio desenvolvido pela PMI se baseia numa sequência lógica de realização e são agrupados por similaridade de função, além de serem divididos em áreas de conhecimento (PMI, 2008), conforme visto na figura a seguir.

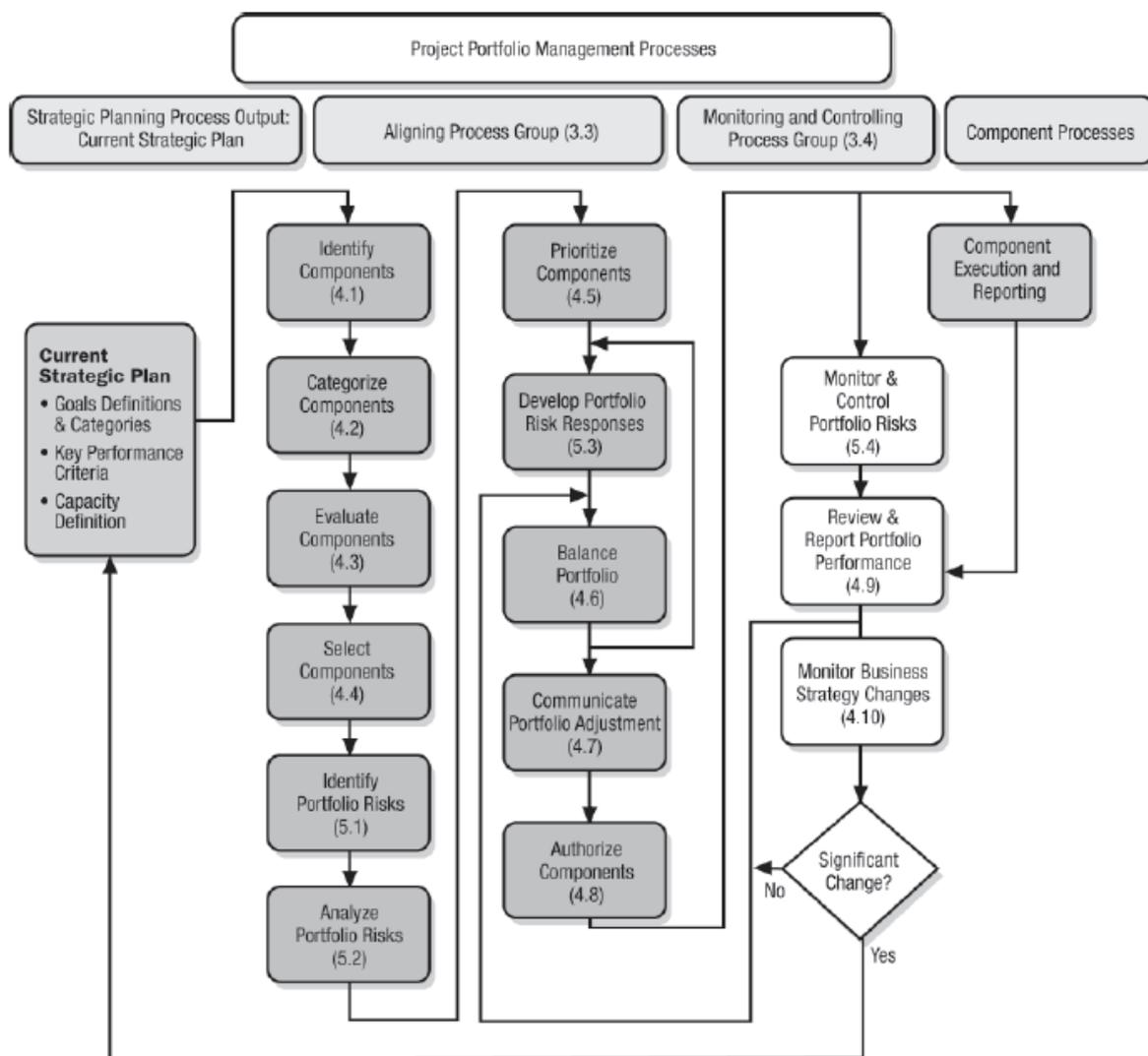


Figura 3.1 – Processo de Gerenciamento de Portfólios

Fonte: PMI (2008, p.52)

Segundo PMI (2008), os grupos de processos de gerenciamento de portfólios são definidos como o Grupo de Processos de Alinhamento e Grupo de Acompanhamento e Controle de Processos. O Grupo de Processos de Alinhamento determina como os componentes serão classificados, avaliados, selecionados e incluídos no portfólio.

O Grupo de Acompanhamento e Controle de Processos procura obter revisões periódicas de indicadores chaves de desempenho para o alinhamento com os objetivos estratégicos da empresa. Também procura verificar se os componentes do portfólio trazem benefícios para a organização (PMI, 2008).

Conforme a PMI (2008), os processos são decompostos por dois campos de conhecimento, a Governança do Portfólio e O Gerenciamento de Riscos.

A Governança do Portfólio procura selecionar e financiar portfólio de investimentos, controlar e monitorar portfólio de investimentos, comunicar as decisões sobre o portfólio de investimentos e garantir o alinhamento entre os portfólios de investimento e os objetivos estratégicos empresariais (PMI, 2008).

O Gerenciamento de Riscos de Portfólios é o processo de planejar, organizar, dirigir, e controlar os riscos da carteira de investimentos. O risco é um evento incerto que impacta positivamente ou negativamente pelo menos um objetivo estratégico da empresa. O objetivo do gerenciamento de riscos em portfólios é maximizar os eventos positivos e minimizar os eventos negativos (PMI, 2008).

II – Abordagem de Kendall

A partir dos estudos conduzido por Kendall (2008), disponível pela *American Management Association* (AMA), existem oito passos distintos e sequenciados que conduzem para um gerenciamento eficaz, são elas em ordem de sequenciamento: coleta de informações sobre o portfólio de projetos vigente; coleta de informações referente a objetivos, ativos e recursos; relacionamento e avaliação, de forma mensurável, os recursos, ativos, objetivos e projetos; balanceamento de portfólio, determinação da capacidade de projetos da organização; seleção e priorização dos projetos; criação de recomendações para o comitê de governança com relação a melhoria do retorno do investimento e reuniões com o comitê de governança. Comenta - se que o monitoramento da execução dos projetos deve ser realizado por softwares específicos para finalidade, que de certa forma, disponibiliza em tempo real, as informações referentes dos recursos dos projetos.

Kendall (2008) retrata das boas práticas para obter um bom gerenciamento de múltiplos projetos, o gestor deve fornecer a visibilidade do processo e envolver a alta administração no gerenciamento de portfólios, promover análise de projeto de acordo com o modelo *Stage*

Gate, definir prioridades com base no valor de retorno dos investimentos, alocação de recursos e uniformidade na aplicação das práticas de gerenciamento a todos os projetos.

III – Abordagem de Rabechini, Maximiano e Martins

Segundo os estudos conduzidos por Rabechini, Maximiano & Martins (2005) numa empresa prestadora de serviços de interconexão eletrônica, o modelo proposto apresenta seis dimensões a ser considerado para o Gerenciamento de Portfólios, o modelo é apresentado na figura a seguir.

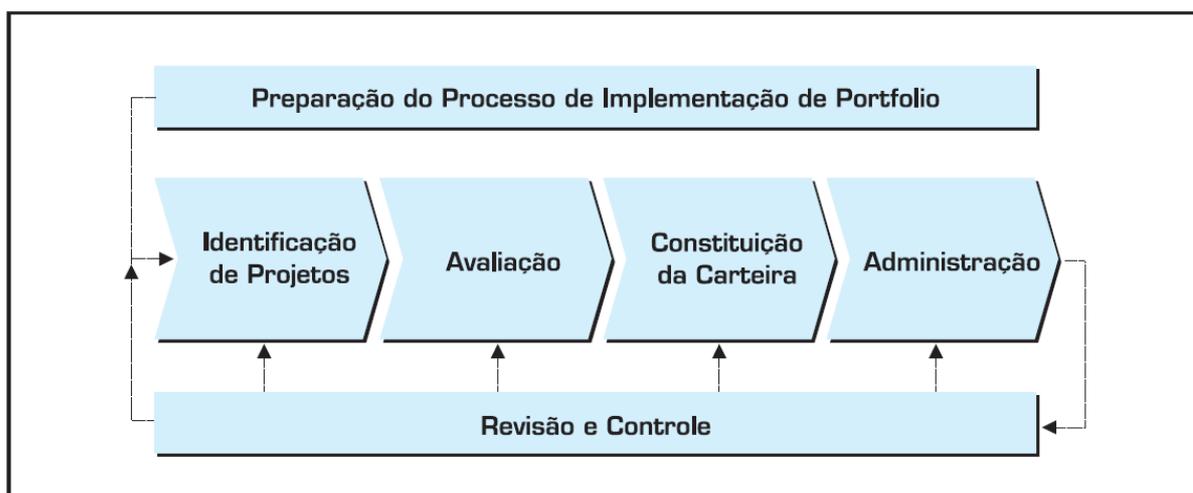


Figura 3.2 – Processo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos

Fonte: Rabechini, Maximiano & Martins (2005, p. 423)

Conforme Rabechini, Maximiano & Martins (2005), a primeira dimensão se refere à preparação do processo de implementação de portfólios. Nesta fase, ocorre o delineamento estratégico e se espera apresentar e explorar o planejamento estratégico da organização. Também inclui análise do ambiente externo e interno da empresa, bem como a avaliação de fatores estratégicos. É preciso conhecer o negócio e explorar o conhecimento da metodologia de avaliação de projetos.

Nesta dimensão, deve – se contemplar os seguintes elementos:

- ✓ Identificação dos critérios de avaliação;
- ✓ Estabelecimento de pesos para tais critérios;

A segunda dimensão espera – se reunir os dados dos projetos e listá-lo numa lista de projetos, as informações dos projetos devem conter: objetivos, prazos, custos, riscos, restrições e indicadores chaves, conforme uma apresentação de abertura do projeto (Rabechini, Maximiano & Martins, 2005).

A terceira dimensão conduz – se a proposta do modelo de avaliação dos projetos. A referida dimensão deve produzir uma lista de projetos priorizados. Para que ocorra esta situação, deve – se, inicialmente, propor rodadas de ponderação com os avaliadores credenciados, estes estão autorizados pela empresa para pontuar os critérios e os projetos (Rabechini, Maximiano & Martins, 2005).

A avaliação procura atuar em dois níveis, os níveis estratégicos e os níveis tático/operacional. O nível estratégico procura alinhar os projetos com os objetivos estratégicos da organização. O nível Tático/Operacional busca avaliar a efetividade dos projetos. Após os projetos avaliados pelos os níveis, forma – se a carteira de projetos (Rabechini, Maximiano & Martins, 2005).

A próxima dimensão do modelo proposto procura estabelecer um plano de gerenciamento de portfólios. Deve – se estabelecer prazos e alocação de recursos. Também recomenda – se desenvolver um plano agregado de projetos (Rabechini, Maximiano & Martins, 2005).

A quinta dimensão, conforme o modelo de Rabechini, Maximiano & Martins, (2005), concerne o gerenciamento dos projetos e a administração dos recursos dos projetos. Bem como a capacitação, treinamento e *coaching* dos recursos humanos no envolvimento dos projetos.

Última dimensão apresentada por Rabechini, Maximiano & Martins (2005) retrata o controle da carteira de projetos. Procede – se a partir de reuniões periódicas entre o gerente de portfólio e o gerente de projetos para o acompanhamento de informações e condução de tomada de decisão sobre os projetos.

IV – Abordagem de Correia

Correia (2005) desenvolveu um modelo de gerenciamento de portfólios para uma empresa de desenvolvimento de softwares, a partir da abordagem holística que emprega os projetos de forma efetiva e eficiente de implantação da estratégia empresarial. O modelo

proposto se baseia nas características imprescindíveis do gerenciamento de portfólios e na gestão do conhecimento. A Gestão do Conhecimento tem como finalidade de concentrar todas as informações geradas por cada módulo. Cada módulo se corresponde a cada nível organizacional.

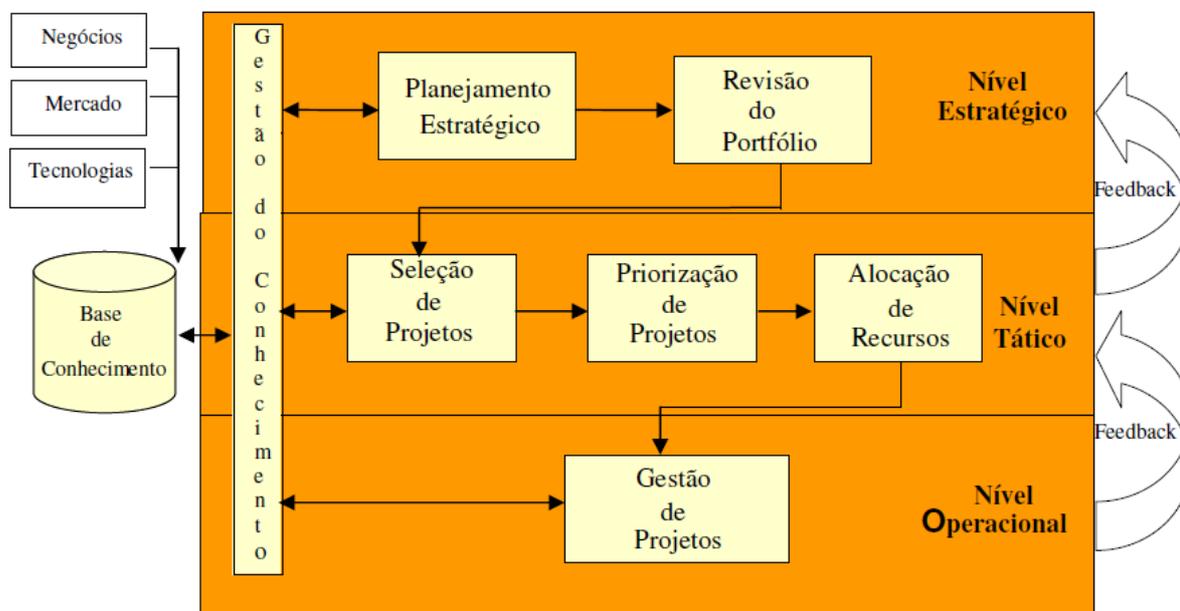


Figura 3.3 – Modelo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos

Fonte: Correia (2005, p.52)

Conforme Correia (2005) o modelo inicia - se pelo nível mais alto da organização. Neste nível, são articuladas e desenvolvidas as estratégias da empresa, bem como, as responsabilidades de obter uma ligação entre os projetos e a estratégia organizacional como também a revisão da carteira de investimentos.

Segundo Correia (2005), o nível tático tem como objetivo principal de fornecer os procedimentos (ferramentas e ações) para selecionar e priorizar os projetos de forma racional. Neste nível também é empregada à designação de recursos e o balanceamento de portfólios. O nível a seguir, chamado de nível operacional tem como objetivo a execução e o gerenciamento de projetos.

O modelo apresentado adota – se o mecanismo do *feedback* que permite a comunicação de forma rápida e consistente para os outros níveis organizacionais, cada nível realiza o *feedback* para o nível superior e assim sucessivamente. Este tipo de mecanismo atua como mérito de garantir o aprimoramento contínuo no gerenciamento (Correia, 2005).

V – Abordagem de Moreira

Moreira (2008) conduziu os estudos baseados no gerenciamento de portfólios de novos produtos a partir das indústrias farmacêuticas nacionais. O modelo utilizado nas indústrias farmacêuticas mantém os quatro princípios básicos propostos por Cooper.

- ✓ Formação da equipe de Gestão de Desenvolvimento de Produtos;
- ✓ Definição da estratégia de Desenvolvimento de Produtos;
- ✓ Gestão de Processo de Desenvolvimento de Produtos;
- ✓ Revisão do Portfólio.

A figura apresentada a seguir, ilustra os princípios de forma estruturada, bem como o relacionamento entre si.

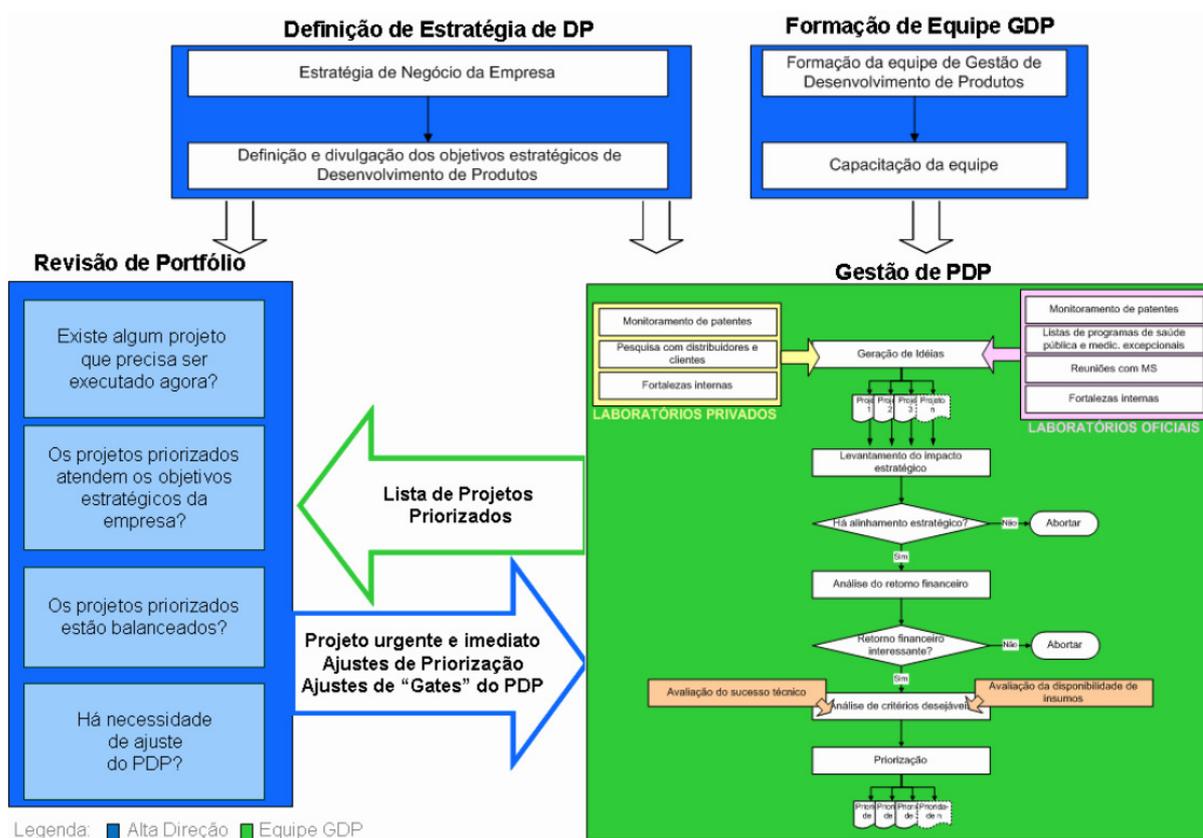


Figura 3.4 – Modelo de Gerenciamento de Portfólios de Novo Produtos para as indústrias Farmacêuticas

Fonte: Moreira (2008, p.113)

Moreira (2008) afirma que a primeira etapa consiste, por parte da alta administração, a formação da equipe de Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Recomenda – se que a equipe seja formada por 4 a 8 integrantes e que estes tenham pelo menos 10% do tempo dedicado ao trabalho, porém não é responsável pelos projetos.

A definição da estratégia de desenvolvimento de produtos procura diretamente a partir das estratégias do negócio. Indica – se que a alta administração exponha os objetivos de desenvolvimento de produtos de forma sucinta e direta, facilitando a comunicação dos objetivos e flexibilizando o gerenciamento de projetos (Moreira, 2008).

A Gestão de Processo de Desenvolvimento de Produtos procura operacionalizar a Gestão de Portfólio. Neste princípio, os projetos de novos produtos são classificados para determinar viabilidade e a prioridade dos mesmos (Moreira, 2008). Conforme o autor, a avaliação dos projetos é estruturada de acordo com a figura a seguir.

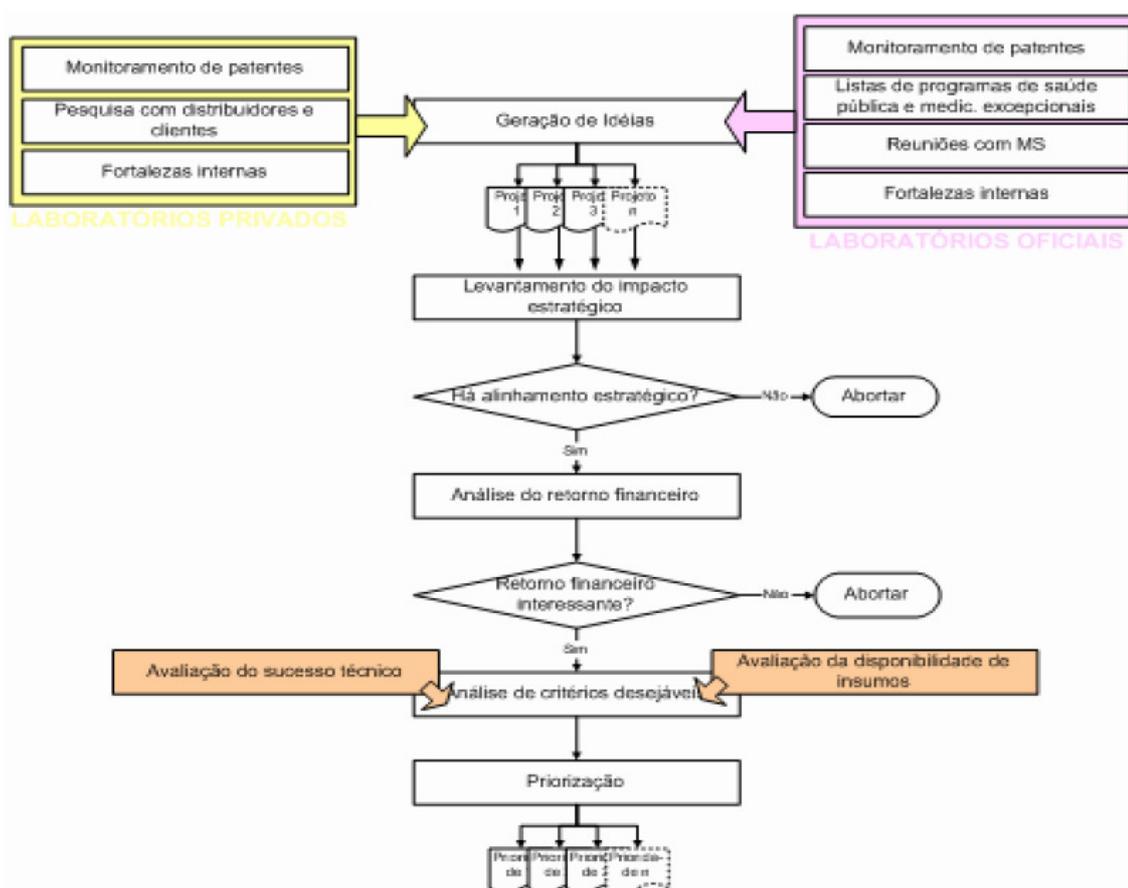


Figura 3.5 – Princípio de Gestão de Processo de Desenvolvimento de Produtos

Fonte: Moreira (2008, p. 117)

VI – Abordagem de Padhy e Sahu

Padhy & Sahu (2011) propuseram um modelo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma para uma indústria petroquímica usando Análise de Situação Real. O modelo utiliza a abordagem da Pesquisa Operacional e Engenharia Financeira para selecionar os projetos corretos com menos recursos utilizados. O autor explica a utilização da Programação Linear Inteira Binária como meio de otimizar o gerenciamento de portfólios e o Fluxo de Caixa Descontado para avaliar pedidos de alocação de capital para os projetos.

O modelo proposto é apresentado em dois estágios, conforme apresentado na figura a seguir.

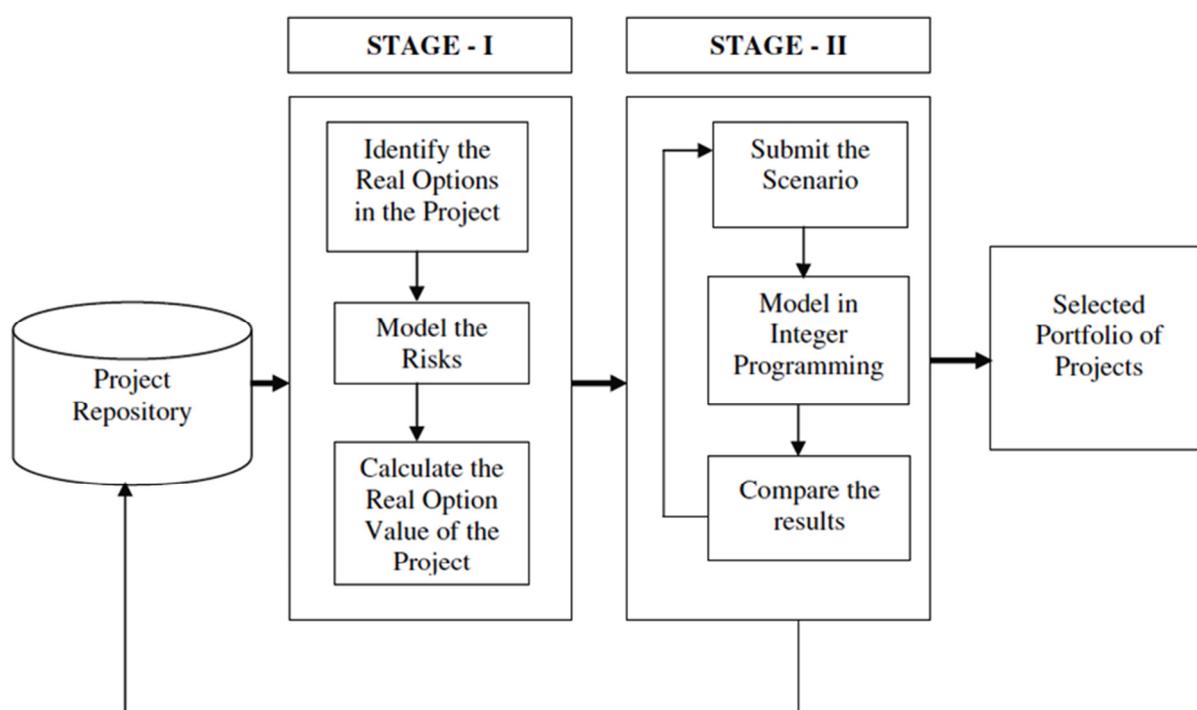


Figura 3.6 – Modelo de Gerenciamento de Portfólio de Projetos Seis Sigma

Fonte: Padhy & Sahu (2011)

No primeiro estágio, procura – se avaliar os riscos de múltiplos projetos e a imperatividade para a tomada de decisão flexível. No segundo estágio envolve um modelo de otimização de portfólios.com a utilização da Programação Linear Inteira Binária.

As etapas apresentadas a seguir, determinam a Opção do Valor do projeto.

Categorização dos Projetos retrata o repertório de projetos que são selecionados no período de tempo para satisfazer os objetivos da empresa. Segundo o autor, os projetos podem

ser classificados como: Satisfação do Cliente; Produtividade, Minimização de resíduos e melhoria; Redução dos Custos; Melhoria da Qualidade; Melhoria de Processos; Melhoria de Confiabilidade; Saúde, Segurança e Ambiente; e Satisfação dos Colaboradores.

Aplicação de Opções Reais para Projetos Seis Sigma, conforme o autor existe seis tipos de opções. As opções propostos em sequenciamento são: Crescimento; Etapa; Escala; Uso da Chave; Adiar; e Abandono. Entretanto, o estudo discutido utiliza quatro tipos. As opções encontradas para a sumarização dos projetos Seis Sigma é discutido na tabela a seguir.

Tabela 3.1 – Quatro tipos de Opções Reais

Fonte: Padhy & Sahu (2011)

No.	Opção	Implicação para os Projetos Seis Sigma
1	Crescimento	A opção que fornece o gerenciamento de uma oportunidade para seguir futuro em investimentos, muitos dos quais não podem ser previstas no momento de iniciar o projeto Seis Sigma
2	Etapa	A opção que fornece o gerenciamento de uma oportunidade para o investimento seqüencial em diferentes fases de um projeto Seis Sigma vai dependendo do sucesso do anterior
3	Escala	Também chamado de mudança de escala e expansão e contração opção. A opção que fornece a administração a oportunidade de ampliar ou reduzir a escala de investimento em projetos Seis Sigma em termos de recursos, de acordo com a disponibilidade de informações.
4	Adiar	É também chamado de opção Delay. A opção que fornece a gestão de esperar ou atrasar o investimento no projeto, com a esperança de que as informações futuro irão diminuir o risco de decisões.

Coleção de Informações relacionadas ao Projeto retrata que as informações relativas aos projetos devem ser coletas, as informações podem ser tanto financeiras e não financeiro. As informações não financeiras incluem: duração dos projetos, requisitos dos recursos humanos, exigência dos *Black Belts* e *Green Belts*. As informações financeiras incluem: taxa de desconto, exigência do capital de giro, planos de investimento. O retorno esperado é impactado na incerteza no ambiente interno (experiência da equipe, complexidade do projeto,

planejamento e controle, e problemas técnicos e específicos) e no ambiente externo (demanda do produto no mercado, aceitação dos clientes).

Determinação do Valor da Opção de cada um dos Projetos passa por cada fase distinta apresentada na figura a seguir.

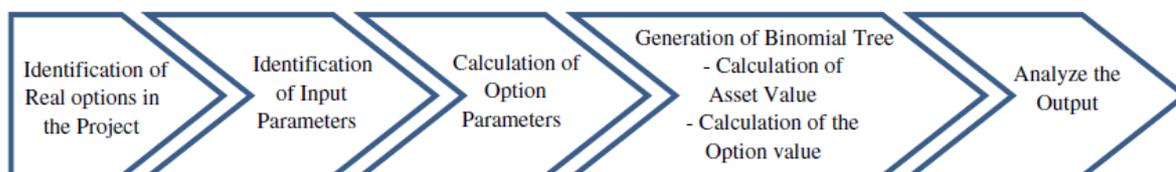


Figura 3.7 – Procedimento para Determinação do Valor Real da Opção

Fonte: Padhy & Sahu (2011)

Padhy & Sahu (2011) reforça que o primeiro passo na avaliação dos projetos é desenvolver um modelo de projeto que representa as decisões gerenciais. Após o desenvolvimento da estrutura do projeto, deve – se em seguida, modelar as entradas de forma que permite que seja avaliada mais tarde.

VII – Abordagem de Werkema

Werkema (2006) explica que a primeira etapa na seleção de projetos Seis Sigma, consiste na determinação da alta administração, dos objetivos (ou metas) estratégicos da empresa e do grau de importância de cada um desses objetivos, os projetos deverão contribuir para o alcance menos um desses objetivos.

A próxima etapa, consiste na construção de uma Matriz de Priorização para a seleção dos projetos. A Matriz de Priorização atua como um meio filtrante para separar os projetos sucedidos dos maus sucedidos. Cada projeto apresentado é pontuado de acordo com os critérios que no final ganha uma pontuação global daquele projeto. Conforme os projetos vislumbrados vem ganhando pontuação, cria – se então, uma lista com os projetos priorizados.

Werkema (2006) reforça que a alta administração da empresa é responsável pelo: preenchimento da Matriz de Priorização; definição dos projetos que irão ser executados pelos *Black Belts* e *Green Belts*; definição dos *Champions* e candidatos para cada projeto; definição do plano que garante a dedicação das equipes de projetos; e listar possíveis ameaças ao

sucesso do Seis Sigma e planos de contingência para a neutralização (Gerenciamento de Riscos).

A figura 3.8 apresenta o esquema desenvolvido e padronizado por Werkema.

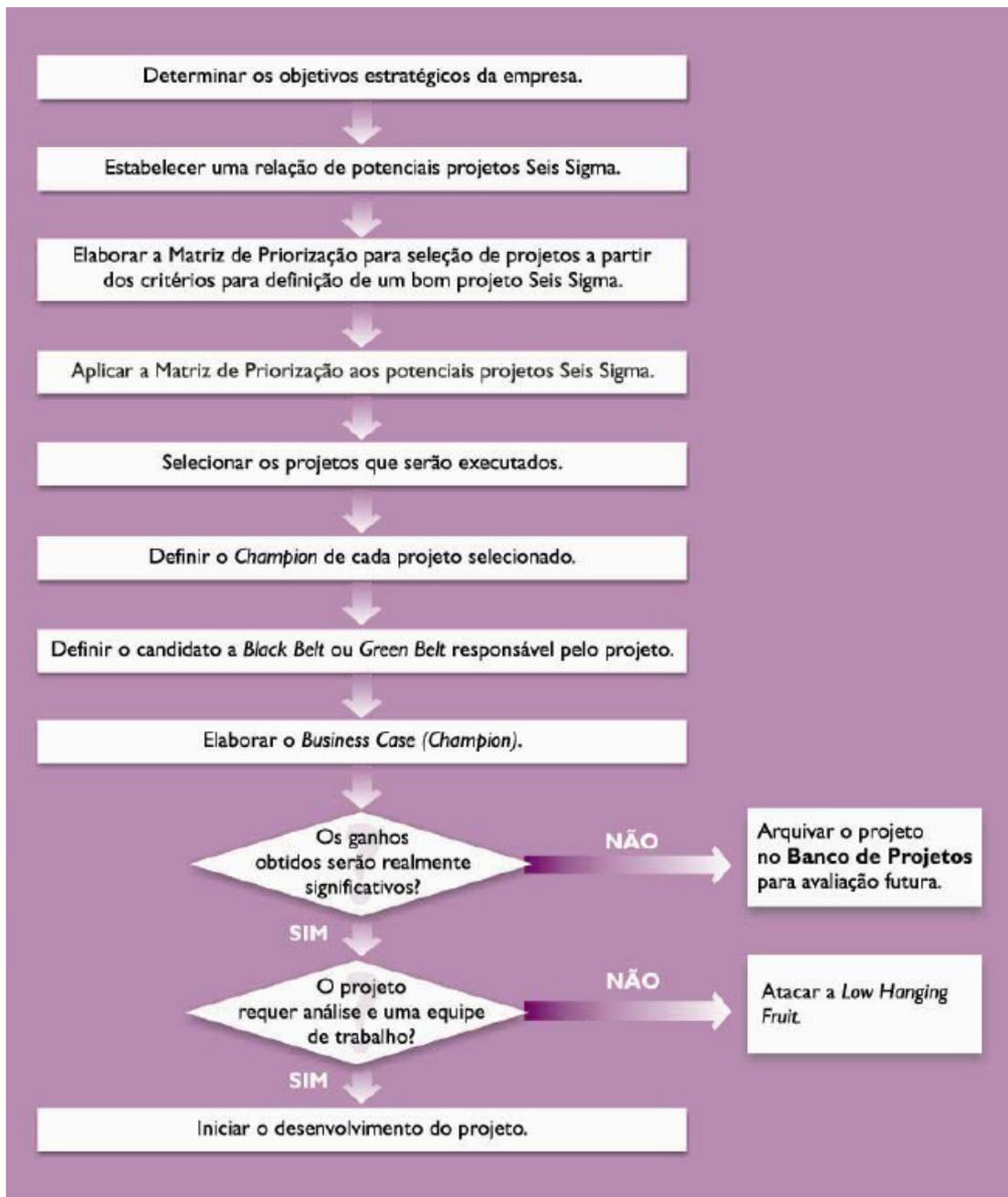


Figura 3.8 – Processo de Seleção de Projetos

Fonte: Werkema (2006)

3.2 PRIORIZAÇÃO DE POTENCIAIS PROJETOS SEIS SIGMA

Segundo os estudos conduzidos por Banuelas et al. (2006) no Reino Unido, apontam a existência oito ferramentas usadas para priorização de projetos, estas técnicas visa organizar e sintetizar as informações de uma forma que leva à otimização de múltiplos objetivos conflitantes ser discutidas ao mesmo tempo sobre um conjunto de projetos viáveis. As ferramentas utilizadas são: Diagrama de Pareto; Análise de Custo e Benefício; Matriz de Causa e Efeito; Concenso de grupo e Técnica; Índice de Prioridade de Pareto (*Pareto Priority Index – PPI*); Teoria das Restrições; Modelos não numéricos; Modelos numéricos.

O detalhamento e a utilização destas ferramentas podem ser encontrados em diversas literaturas, entretanto a maioria delas não será comentada, devido ao foco do estudo.

Os estudos realizados pelo Banuelas et al. (2006) apontam que a Análise de Custo e Benefício é o mais recomendada pelos especialistas do Reino Unido, desprovidos em seguida pela Matriz de Causa e Efeito e Diagrama de Pareto, conforme apresentado na figura 3.9.

No Brasil, uma ferramenta bastante utilizada e difundida é a Matriz de Priorização, Werkema (2004). A maioria dos autores prefere utilizar esta técnica para selecionar e priorizar os projetos, devido à simplicidade na utilização Werkema (2004), Sharma & Chetiya (2010), Rafael David (*Black Belt* e Engenheiro de Processos da Rexan) e Marcelo Rivas (*Master Black Belt* e Gerente de Produtividade Corporativa da White Martins Gases Industriais S.A). A figura 3.10, ilustra aplicação da Matriz de Priorização, observa-se que os pesos dos critérios são atribuídos pela alta administração, os critérios representam os objetivos estratégicos da empresa; os projetos são avaliados através de uma escala; o resultado das somas e multiplicações está apresentado na última coluna. Nota – se que o projeto que tiver maior pontuação, ele é o priorizado.

Moreira (2008) comenta o uso da programação matemática como ferramenta na seleção e priorização dos projetos, releva também a utilização dos tipos de modelos existentes na aplicação, entretanto a pesquisa revela que a utilização dos modelos não é amplamente usada para esta finalidade.

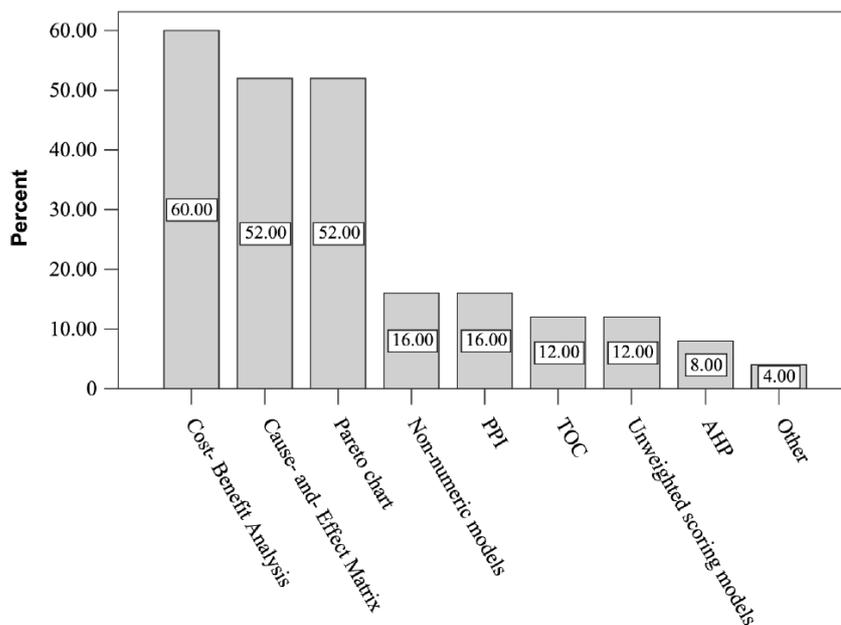


Figura 3.9 – Ferramentas e Métodos usados na Priorização de Projetos Seis Sigma no Reino Unido

Fonte: Banuelas et al (2006)

Potenciais projetos	Critérios para seleção								TOTAL
	Grau de importância dos critérios (5 a 10)								
	10	10	9	7	6	6	5		
Reduzir em 50% as devoluções dos clientes por problemas na embalagem, até 30/10/01.	3	5	3	3	5	1	5	189	
Reduzir em 70% o índice de anomalias nos motores importados, até 31/12/01.	5	5	1	1	3	3	3	167	
Reduzir em 30% o custo de material comprado, até 31/12/01.	1	0	5	5	3	3	3	141	

Legenda
 O critério é:
 5 - fortemente atendido.
 3 - moderadamente atendido.
 1 - fracamente atendido.
 0 - não é atendido.

*** O que acontecerá se nada for feito?**

Figura 3.10 – Matriz de Priorização para seleção e priorização de Projetos Seis Sigma

Fonte: Werkema (2004, p. 253)

3.3 DIRETIVAS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS

A seleção de projetos é baseada na identificação dos projetos que possuem o nível de significância aceitáveis que correspondem as atuais necessidades, capacidades e objetivos empresariais (Pande et. al., 2000 apud Banuelas et al., 2006). É considerado como etapa crítica nos projetos Seis Sigma (Akpolat & Xu, 2002).

Werkema (2004) e Akpolat & Xu (2002) reforçam que projetos bem selecionados favorecem resultados rápidos e significativos, que consequentemente traduz sucesso e a estabilização da cultura Seis Sigma na empresa. Por outro lado, projetos inadequados implicam na deficiência ou no atraso de resultados e frustrações dos stakeholders envolvidos, que poderão levar ao abismo todo o programa na organização. Fernandes (2007) sinaliza que a seleção de projetos inadequados proporciona gastos desnecessários de recursos financeiros, recursos humanos e tempo, direcionando esforços à obtenção de resultados que não possuem nenhuma ligação com os objetivos estratégicos da empresa, com os interesses dos clientes e dos funcionários.

De acordo com o estudo desenvolvido por Fernandes (2007) as diretivas utilizadas na seleção de projetos são:

- I. Foco no Cliente;
- II. Ligação com a estratégia do negócio;
- III. Retorno financeiro;
- IV. Problemas estruturais de causas desconhecidas;
- V. Proporcionalidade com a disponibilidade de recursos;
- VI. Potencial de término em curto período de tempo;
- VII. Problemas mensuráveis;

Banuelas et al. (2006) retrata que os objetivos, como, Foco no Cliente, ligação com a estratégia do negócio, comprometimento da alta direção e os benefícios financeiros estão nitidamente relacionados com os fatores críticos do processo. Os demais estão relacionados como problemas operacionais para serem resolvidos.

Os detalhamentos das diretivas estão discriminados a seguir:

I – Foco no Cliente

Segundo Coronado & Antony (2002) os projetos Seis Sigma devem iniciar a partir da determinação dos requisitos dos clientes e terminar com a satisfação do cliente.

Conforme Fundin & Cronemyr (2003), existe uma forte relação entre o sucesso do projeto com a satisfação do cliente. Kumar et al (2007) afirma que “o objetivo final de qualquer projeto Seis Sigma é melhorar a satisfação do cliente, pois o sucesso do projeto depende muito de quão bem um projeto pode melhorar a satisfação do cliente”.

Os requisitos dos clientes são captados pela Voz do Cliente (VOC *Voice of the Customer*), a partir da identificação das características que são críticas dos clientes (Coronado & Antony, 2002). A técnica bastante requisitada na captação dos CTQ's (Características Críticas da Qualidade) é o Desdobramento da Função Qualidade (QFD – Quality Function Deployment) (Fundin & Cronemyr, 2003).

II – Ligação com a Estratégia do Negócio

Trad & Maximiano (2009) afirma que a alta administração proporciona o alicerce para a condução do sucesso do Seis Sigma na organização. A falta do comprometimento da alta administração pode levar ao fracasso. Werkema (2004) reforça que o envolvimento na alta administração nos projetos garante o sucesso para o atingimento das metas. Ray & Das (2010) também comenta que o envolvimento ativo da alta administração proporciona a eliminação de barreiras que impedem a execução e os sucessos dos projetos.

Kumar et al (2007) explana que projetos devem ser orientados para as estratégias da organização e devem fornecer uma posição competitiva e uma visão mais ampla dos negócios.

Na visão de Sharma & Chetiya (2010):

“A seleção de projetos a nível de negócios deve ser baseada em objetivos estratégicos da empresa e direção, enquanto ao nível de operações, os projetos devem focar os principais problemas operacionais e técnicos que apontam para metas e objectivos estratégicos”.

Lynch et al (2003) fala das vantagens e desvantagens do envolvimento da alta administração, as vantagens é que os projetos estão sempre alinhados as estratégias do

negócio da empresa e a maioria das vezes ligada as necessidades dos clientes. As desvantagens é que eles normalmente são muito amplos e requerem o foco na descrição do projeto Seis Sigma.

Coronado & Antony (2002) alega que as diretivas como: impacto financeiro e satisfação do cliente estão bastante relacionados nas metas estratégicas da empresa e podem impactar, positivamente ou negativamente nos resultados da empresa. A mudança cultural da empresa também é um fator que influencia no sucesso nos projetos Seis Sigma, a alta administração é o responsável para promover a mudança e envolver todos nesta mudança.

III – Retorno Financeiro

Snee & Rodebaugh (2002) explica que este objetivo impacta na seleção dos projetos. Kumar et al. (2007) argumenta que os projetos devem obter retornos financeiros aceitáveis, a obtenção destes retornos financeiros é oriunda a partir da redução do custo da não qualidade.

Davis et al (1999) explica que o custo da não qualidade (custo de falha) é subdividido em dois tipos de custos: custo de falha interna e custo de falha externa. Os custos de falha interna estão ligados aos defeitos produzidos pelo sistema, como por exemplo, refugos, retrabalhos, perdas de rendimento, e produção de itens defeituosos. Os custos de falha externa são os custos incorridos após o produto estiverem na posse dos clientes, como por exemplo, devolução de produtos, utilização de garantias, pesquisas de campo, ações jurídicas e insatisfação do cliente. Observa – se que todos estes custos preveem de ações corretivas.

Conforme Young & Frank (2004) apud Fernandes (2007), os projetos cuidadosamente selecionados garante a maximização dos benefícios financeiros para condução do trabalho.

IV – Problemas Estruturais de Causa Desconhecida

Snee & Rodebaugh (2002) afirma que existe dois tipos de problemas, solução conhecida e solução desconhecida. Os problemas de causa conhecida são problemas rotineiros cujos projetos são solucionados pelos gerentes de projetos. Os problemas de causa desconhecida são aqueles problemas que precisam da metodologia Seis Sigma para ser solucionados.

Lynch et al (2003) argumenta que o projeto Seis Sigma deve abordar um problema que a causa seja desconhecida.

Entende – se sobre os problemas de causa desconhecida à aplicação das ferramentas e técnicas estatísticas na redução dos defeitos, a partir dos métodos de redução da variabilidade dos processos (Antony 2004).

V – Proporcionalidade com a disponibilidade de Recursos

Segundo Akpolat & Xu (2007) o fator importante para a seleção dos projetos está na seleção dos membros da equipe para conduzir os projetos. Kumar et al (2007) fala que os candidatos *Black Belts* e os *Green Belts* são os recursos mais importantes na implementação Seis Sigma. Conforme Fernandes (2006), os recursos devem ter a disponibilidade, a capacidade e habilidade em relação à dimensão e a quantidade de projetos a serem executados.

Trad & Maximiano (2009) comenta a importância de recursos humanos preparados para a execução dos projetos. Argumenta que “a excelência pessoal é mais importante que a excelência técnica”, o autor revela que a criatividade, colaboração, dedicação e comunicação são mais importantes do que as técnicas estatísticas.

Harry & Schroeder (2000) apud Trad & Maximiano (2009) destaca a importância do treinamento dos colaboradores com perfis adequados e composição das equipes com perfis apropriados. Bengt et. al. (2001) apud Fernandes (2007) acata a importância de selecionar projetos adequados para os colaboradores certos com ferramentas apropriadas.

Sharma & Chetiya (2010) reforça a importância dos treinamentos e na formação das equipes de *Master Black Belts*, *Black Belts* e *Green Belts*. Os candidatos a *Black Belts* devem contar com forte apoio dos *Sponsors* e *Master Black Belts* para promover o sucesso dos projetos.

Todos os recursos humanos da organização devem reter o conhecimento da metodologia Seis Sigma, Coronado & Antony (2002) explica a internalização do Seis Sigma para toda a organização, os candidatos a mudanças devem promover a divulgação dos sucessos do Seis Sigma e injetar de forma súbita, em cada indivíduo da organização.

Antony (2004) critica sobre a não padronização dos treinamentos quanto à certificação dos *Black Belts* e dos *Green Belts*, conforme o autor, a não padronização gera diferentes níveis de conhecimento para colabores com a mesma certificação. O estudo recorda que a

maioria dos *Black Belts* se diz “*expect*” nas metodologias e ferramentas do Seis Sigma, entretanto mal conseguem utiliza – la.

VI – Potencial de Término em Curto Período de Tempo

Segundo Kumar et al (2007) a duração dos projetos Seis Sigma desempenha um papel importante. De acordo com Fundin & Cronemyr (2003) os projetos Seis Sigma devem ser factível e viável em curto período de tempo. Os prazos de término dos projetos devem ocorrer, conforme Akpolat & Xu (2007), entre três a cinco meses, entretanto, para Snee & Rodebaugh (2002) e Lynch et al (2003), os projetos devem ser concluídos no prazo entre três a seis meses, Fundin & Cronemyr (2003) alega que os projetos devem ser concluídos no período de quatro a seis meses.

Lynch et al (2003) afirma que os projetos que não podem ser concluídos em um período de tempo razoável não devem ser aceitos como projeto Seis Sigma. Kumar et al (2007) retrata que projetos com longos períodos de tempo ocasiona maior comprometimento dos recursos e atrasos nos benefícios que poderiam ser alcançados.

Lynch et al (2003) comenta que os projetos com prazos maiores que seis meses devem ser divididos em projetos menores. Akpolat & Xu (2007) recomendam que estes projetos sejam divididos em até três partes e tratados como projetos simples.

Nas literaturas, os autores sempre referenciaram a complexidade ou o escopo dos projetos como fator crucial na conclusão dos prazos e que por ventura, afeta também outros critérios, Werkema (2004, p.67) argumenta que “um projeto Seis Sigma deve ter complexidade suficiente para que seja significativo para empresa, mas não deve ser tão complexo que não possa ser concluído no período”.

VII – Problemas Mensuráveis

Lynch et al (2003) comenta que os projetos Seis Sigma deve conter as métricas intrínsecas e quantificáveis ao desempenho organizacional. As métricas são utilizadas para acompanhar o progresso dos projetos.

Akpolat & Xu (2007) explica que a parte preliminar da seleção de projetos consiste na análise de dados para identificar as áreas de melhoria. Afirma também que os dados nem

sempre possuem valores numéricos, mas devem fornecer informações específicas e quantificáveis. Trad & Maximiano (2009) afirma que se deve usar dados como um dos elementos fundamentais que dão suporte à busca de melhorias.

A identificação e manipulação dos parâmetros de entrada no processo influenciam para obter os melhores resultados na saída (Kumar et al, 2007 e Sharma & Chetiya 2010). Antony et al (2007) afirma que qualquer saída (Y) é dependente das variáveis do processo (Xs), conforme visto na função determinística apresentada a seguir.

$$Y = f (X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (3.1)$$

A fim de melhorar os resultados, deve - se encontrar e focar no Xs críticos que afetam o resultado (Y) (Antony et al 2007).

Werkema (2004) aponta algumas métricas que podem ser utilizadas para identificar, mensurar e controlar o andamento dos projetos Seis Sigma:

- ✓ Indicadores referentes a desperdícios, como índices de refugo e retrabalho, e índices de produtividade.
- ✓ Problemas referentes à qualidade dos produtos.
- ✓ Custos que exercem um alto impacto no orçamento.
- ✓ Reclamações, sugestões e resultados de pesquisas realizadas junto a clientes/consumidores e aos empregados da empresa.
- ✓ Resultados de benchmarking.
- ✓ Extensões de projetos em andamento.
- ✓ Resultados de pesquisas sobre tendências de mercado e estratégias ou habilidades dos concorrentes.
- ✓ Oportunidades para melhoria de produtos ou processos com elevado volume de produção, para os quais pequenas melhorias implicam expressivos ganhos financeiros.

3.4 MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE POIO A DECISÃO

O problema de decisão multicritério, conforme Almeida (2010, p.1) “consiste numa situação, onde há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher e esta escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos”.

Segundo Almeida & Costa (2003) apud Lopes & Costa (2007) o Apoio Multicritério a Decisão consiste no uso de um conjunto de métodos e técnicas que auxiliam e apoiam os decisores a tomarem decisões, sob a ótica de múltiplos critérios conflitantes entre si. Os métodos MDCA procuram estabelecer uma relação de preferências entre as alternativas que estão sendo avaliadas sob a influência de múltiplos critérios.

De acordo com Bouyssou (1990) apud Mello et al (2005) uma abordagem multicritério apresenta as seguintes vantagens:

- ✓ Torna viável a construção de uma base para o diálogo entre analistas e decisores, que fazem uso de diversos pontos de vista comuns;
- ✓ Provê facilidade em incorporar incertezas aos dados sobre cada ponto de vista;
- ✓ Permite encarar cada alternativa como um compromisso entre objetivos em conflito. Este argumento destaca o fato de que raramente será encontrada uma situação em que exista uma alternativa superior as restantes sobre todos os pontos e vista.

Segundo Almeida (2010) outro ponto fundamental que influencia o método a ser considerado é o tipo de problemática a ser empregado. Roy (1996) apud Moraes (2006) define problemática de decisão como sendo a percepção do decisor com relação à forma de abordagem do problema.

De acordo com Vincke (1992) apud Lopes & Costa (2007), um problema multicritério de apoio a decisão é definido por meio de um conjunto de alternativas A e um conjunto de critérios F, deseja – se:

- ✓ Determinar um subconjunto de alternativas satisfatórias em relação ao conjunto de critérios F (Problemática de Escolha - $P\alpha$);
- ✓ Dividir o conjunto A em subconjuntos de acordo com algumas normas (Problemática de Classificação – $P\beta$);
- ✓ Ordenador o conjunto de alternativas A da melhor para o pior (Problemática de Ordenação – $P\gamma$);

Conforme Roy (1996) apud Almeida (2010) existe outra problemática, a chamada de Problemática de Descrição $P\delta$, que tem como objetivo de apoiar a decisão por meio de uma descrição das alternativas e suas consequências.

Belton & Stewart (2002) apud Duarte (2007) apresentam mais duas problemáticas:

- ✓ Problemática de Design – cujo objetivo é procurar, identificar e desenvolver novas alternativas de decisão, conforme com as metas definidas pelo MDCA.
- ✓ Problemática de Portfólio – tem como objetivo a escolha de subconjuntos de alternativas a partir de um conjunto de possibilidades, sob determinadas restrições.

A característica marcante nos métodos multicritérios está relacionada à compensação que pode existir entre os critérios. Os métodos multicritério de apoio à decisão podem ser classificados em compensatórios e não compensatórios. Os métodos compensatórios considera os *trade – offs* entre os critérios, quer dizer, procura compensar uma alternativa de menor desempenho de um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério (Almeida, 2010).

Nos métodos Multicritério de apoio à decisão as alternativas são avaliadas a partir de múltiplos critérios conflitantes entre si. Estas avaliações são representadas por escalas de medidas (Duarte, 2007). Segundo Almeida (2010) existem dois tipos de escalas: Escala Numérica e Escala Verbal (conhecida também como Escala Nominal ou Escala Semântica). Dentre as Escalas Numéricas existem as seguintes escalas: Escala de Razão, Escala Intervalar, Escala de Diferenças e Escala Ordinal. O tipo de escala influência diretamente na escolha do método Multicritério de Apoio à Decisão.

Na literatura, encontra – se várias aplicações com vários métodos, alguns mais recentes estão comentados a seguir:

Araújo & Almeida (2009) utiliza-se o método da família do PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) na seleção de investimentos estratégicos em Petróleo e Gás no nordeste brasileiro, cujo objetivo de classificar as regiões mais favoráveis para o investimento.

Resende et al (2010) utiliza o método PROMETHEE V com objetivo de priorizar projetos de telecomunicações. A ideia parte-se de analisar os projetos em função da necessidade das demandas.

Lima et al (2010) aponta a utilização do ELECTRE TRI, cujo acrônimo significa *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*, na seleção de projetos numa empresa de serviços de consultoria, que de certa forma, objetiva classificar os projetos de acordo com classes de alternativas. O autor comenta que este tipo de método é comumente utilizado para este gênero, devido ao fato de não sofrer influências quanto a inclusão ou exclusão das alternativas.

Duarte (2007) aponta a existência de diversos autores que utilizaram os métodos multicritérios de apoio à decisão na seleção de portfólios de projetos na área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Banuelas & Antony (2003) utiliza o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para determinar a transição da metodologia DMAIC e DMADV. A seleção de projetos parte da premissa da avaliação dos projetos, quanto a metodologia a ser utilizada.

Yang & Hsieh (2009) utiliza o método da lógica difusa para selecionar os projetos Seis Sigma conforme os critérios estabelecidos pelo Prêmio Nacional da Qualidade.

A partir do gênero do presente estudo, dará maior importância ao método PROMETHEE, conforme apresentado a seguir.

3.4.1 FAMÍLIA DOS MÉTODOS PROMETHEE

Segundo Resende (2010) os métodos PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) consistem encontrar uma relação de superação ou prevalência com base no conjunto de critérios propostos. De acordo com Araújo & Almeida (2009) estes métodos possuem simplicidade, clareza e estabilidade na sua execução.

Os métodos da família PROMETHEE são métodos do tipo não compensatórios, quer dizer, a avaliação de uma alternativa não considera os *trade – offs* entre os critérios, entretanto, os critérios são avaliados entre si a partir de uma avaliação inter – critério, através de “pesos” atribuídos a cada critério (Morais, Cavalcante & Almeida, 2010).

Conforme Brans & Mareschal (2002) apud Almeida (2010), os métodos se baseia em duas fases: a primeira está orientada no desenvolvimento de uma relação de Sobreclassificação, agregando informações entre as alternativas e os critérios, e a segunda, constitui a exploração dessa relação para apoio a decisão.

A estrutura de avaliação dos métodos PROMETHEE é bastante simples, o decisor estabelece um peso p_i para cada critério, este peso reflete o grau de importância do critério. A partir destes pesos é obtido o grau de Sobreclassificação de a sobre b , $\pi(a, b)$, para cada par de alternativas (a, b) , conforme apresentado a seguir:

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b) \quad (3.2)$$

Onde:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (3.3)$$

$F_i(a, b)$ representa a função diferença $[g_i(a) - g_i(b)]$ entre o comportamento das alternativas para cada critério i e assume os valores entre 0 e 1. Segundo (Almeida & Costa, 2002, p. 204) “esses valores aumentam se a diferença de desempenho ou a vantagem de uma alternativa em relação a outra aumenta e é igual a zero se o desempenho de uma alternativa for igual ou inferior ao da outra”.

Araújo & Almeida (2009) propõem seis tipos de função de diferença $F_i(a, b)$ empregado na família PROMETHEE. A escolha dos seis tipos influencia diretamente na análise de cada critério. As formas básicas da função apresentada na tabela 3.2 procura identificar a intensidade da preferência.

Tabela 3.2 – Critérios Gerais para o PROMETHEE

Fonte: Almeida (2010, p.118)

1 – critério usual Não há parâmetro a ser medido	$g_i(a) - g_i(b) > 0$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = 0$
2 – quase – critério Define – se o parâmetro q	$g_i(a) - g_i(b) > q$ $g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = 0$
3 – limiar de preferência Define – se o parâmetro p	$g_i(a) - g_i(b) > p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = \frac{g_i(a) - g_i(b)}{p}$ $F(a, b) = 0$
4 – pseudo - critério Definem – se os parâmetros q e p	$ g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $ g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = 1/2$ $F(a, b) = 0$
5 – área de indiferença Definem – se os parâmetros q e p	$ g_i(a) - g_i(b) > p$ $q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$ $ g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = (g_i(a) - g_i(b) - q) / (p - q)$ $F(a, b) = 0$
6 – critério Gaussiano O desvio padrão deve ser fixado	$g_i(a) - g_i(b) > 0$ $g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal $F(a, b) = 0$

Na tabela, q e p representam o limiar de indiferença e o limiar de preferência.

O limiar de indiferença, como o próprio nome conduz, está relacionado o grau de diferença entre as alternativas. Quanto maior o valor de q haverá maior diferença $[g_i(a) - g_i(b)]$, abaixo haverá uma indiferença.

O limiar de preferência identifica a preferência estrita para $[g_i(a) - g_i(b)]$. Quanto menor o valor da função, acima existe uma preferência estrita.

Para cada alternativa, existe o fluxo de Sobreclassificação de saída e entrada na estrutura de preferência. Os fluxos de Sobreclassificação de saída $\Phi + (a)$ e entrada $\Phi - (a)$ da alternativa são definidos a seguir:

$$\Phi + (a) = \sum_{b \in A} \pi(a, b) \tag{3.4}$$

$$\Phi - (a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a) \tag{3.5}$$

O fluxo de Sobreclassificação de saída representa a intensidade de preferência da alternativa a, sobre todas as alternativas b no conjunto A (Almeida, 2010). Em outras palavras, o fluxo de saída “significa que quanto uma alternativa está dominando (poder) as outras” (Araújo & Almeida, 2009 p. 538). Quanto maior o valor, melhor a alternativa. Conforme visto na figura a seguir:

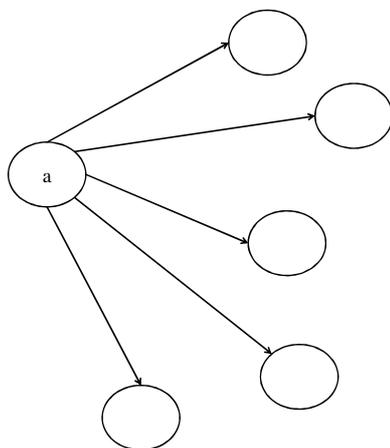


Figura 3.11 – Fluxo de Saída

Fonte: Almeida (2010, p.121)

O fluxo de Sobreclassificação de entrada da alternativa representa a intensidade de preferência de todas as alternativas b no conjunto A, sobre a alternativa a (Almeida, 2010). Em contra partida, o fluxo de entrada “significa quanto uma alternativa é dominada (fraqueza) pelas outras” (Araújo & Almeida, 2009 p. 538). Quanto menor o valor, melhor a alternativa. A figura 3.12 a seguir representa a situação.

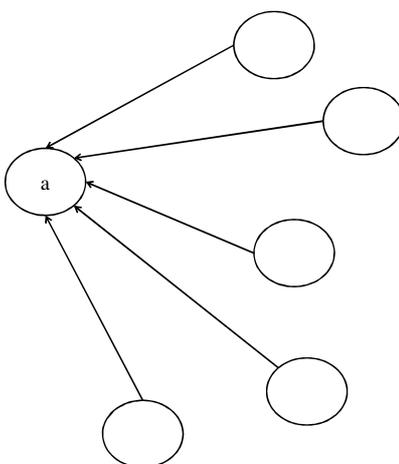


Figura 3.12 – Fluxo de entrada

Fonte: Almeida (2010, p.121)

Conforme Cavalcante & Almeida (2005) a família PROMETHEE se dividem em:

- ✓ **PROMETHEE I** – Estabelece uma pré – ordem parcial entre as alternativas, é recomendável para problemas onde envolvem escolhas.
- ✓ **PROMETHEE II** – Estabelece uma pré – ordem completa entre as alternativas, também é recomendável para problemas onde envolvem escolhas.
- ✓ **PROMETHEE III** – Foi desenvolvido para tratamentos de problemas de decisão com componentes estocásticos (preferência intervalar).
- ✓ **PROMETHEE IV** – Foi desenvolvido para situações em que o conjunto de soluções viáveis é contínuo, estabelece uma pré – ordem completa ou parcial e é recomendável para problemáticas de escolha e ordenamento.
- ✓ **PROMETHEE V** – É recomendável para situações que envolvem restrições, cuja sua natureza seja discreta, diante desses casos, deve – se primeiramente, estabelecer uma pré - ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II) antes da modelação da programação inteira do tipo 0 - 1.
- ✓ **PROMETHEE VI** – Este método é recomendável para situações em que o decisor não está apto a estabelecer um valor fixo para o peso para cada critério.

Segundo Almeida (2010), o método PROMETHEE II é constituído a partir da utilização do fluxo líquido $\Phi(a)$. O fluxo líquido é determinado da seguinte forma:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (3.6)$$

Conforme o método, as alternativas são organizadas em ordem decrescente. Uma pré-ordem entre as alternativas é estabelecida, conforme as relações apresentadas a seguir (Bastos & Almeida, 2002):

Preferência, $\Phi(a) > \Phi(b)$

Indiferença, $\Phi(a) = \Phi(b)$

3.5 PROBLEMA DA MOCHILA 0 - 1

Segundo Arenales et al. (2007) o problema da mochila envolve a decisão de quais os itens deve ser acomodado na mochila de modo que venha maximizar o valor total transportado.

Segundo Luila (2008), a primeira resolução do problema se deu pela aplicação da função recursiva (programação dinâmica) de Bellman na década de 50, desde então, houve o aumento sobre o interesse pelo problema até que 1957, Dantzig, melhorou a resolução, definindo o limite superior da obtenção do valor ótimo da função objetivo. A partir de então, vários autores contribuíram para a melhoria da solução.

Este tipo de problema é considerado um dos problemas mais estudados e mais importantes problemas de programação discreta, devido a três fatores:

- ✓ É considerado como o mais simples problemas de programação linear inteira;
- ✓ Aparece como um subproblema em muitos problemas complexos;
- ✓ É aplicável numa ampla gama de situações práticas, inclusive em seleção de projetos;

Analogicamente, o problema incide em selecionar os projetos que maximizam o retorno total esperado sem exceder o limite de capital disponibilizado. Considere-se n projetos e um capital b para investimento. O projeto j tem um custo a_j e um retorno esperado p_j associado. O objetivo é maximizar a carteira de investimento sem ultrapassar o limite de capital.

As variáveis de decisão consideradas são:

$$x_j \begin{cases} 1 & \text{se o projeto } j \text{ é selecionado} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

O problema é proposto da seguinte maneira:

$$\max \sum_{j=1}^n p_j x_j \quad (3.7)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b \quad (3.8)$$

$$x \in B^n \quad (3.9)$$

A função Objetivo apresentada traduz a maximização do retorno esperado, e a restrição indica que o capital b não pode ser extrapolado e o tipo das variáveis.

De acordo com Florentino (2006) o problema da mochila é considerado um dos 21 problemas NP – completos. A formulação é simples, porém a solução torna complexa à medida que a quantidades de itens e critérios vai aumentando.

Luila (2008) aponta várias adaptações do problema da mochila, dentre delas encontramos o Problema da Mochila Restrito que procura limitar a quantidade de itens selecionados, Problema da Mochila Quadrático, Problema de Empacotamento, Problema de Cortes, Problema da Mochila Inteira, Problema da Mochila com Itens Relatados, Problema da Mochila Compartimentada, entre outros.

Clemente, 2010 apresenta duas formas distintas de solucionar problemas deste gênero, Métodos Exatos e Métodos Heurísticos. O método Exato procura varrer toda a região admissível na busca da solução, diferentemente para os Métodos Aproximados, onde procura varrer uma parte da região admissível.

O método Exato procura fornecer soluções exatas, porém, utiliza-se maior consumo computacional (memória e velocidade dos processadores). Além da procura exaustiva da solução ótima, o método torna - se inviável para solucionar problemas de maior complexidade ou maior dimensão. Por outro lado, o método Heurístico procura fornecer soluções aproximadas, com ótima “qualidade” com menor exigência dos recursos computacionais, “uma vez que, renuncia-se a garantia das soluções ótimas de Pareto para ganhar em velocidade, possibilitando a resolução de problemas de grande dimensão em tempos aceitáveis”. É bastante utilizado para solucionar problemas de grande complexidade ou de grande dimensão (Clemente, 2010); (Luila, 2008).

Na literatura, é difícil encontrar a aplicação do Problema da Mochila na prática, porém, é comum encontrar aplicação dos métodos de resolução, Erlebach et al. (2002) utiliza o Algoritmo Aproximado, já Goyal & Ravi (2010) aplica o Tempo Polinomial Aproximado, conhecidos como PTAS (*Polynomial Time Approximation Scheme*). Outros autores, como Kumar & Banerjee (2006), utiliza os algoritmos evolucionários para o tratamento da resolução em questão.

Ding & Cao (2008) apresenta adaptações do problema da mochila para o tratamento de diversas aplicações, entretanto, os autores focam a utilização do problema como forma de selecionar projetos na área da Tecnologia da Informação.

Morabito & Silva (2004) utiliza o Problema da Mochila com Restrições como forma racional de otimizar a programação de cargas de fornos de fundição, o objetivo é maximizar a carteira de pedidos, produzindo, de forma, que a programação consiga produzir diversas peças com diferentes ligas metálicas, atendendo prazos e restrições de processos.

O principal objetivo destes autores é aperfeiçoar os métodos de resolução, de forma que o método garanta solucionar com, menor tempo, menor custo (utilização de recursos computacionais), maior confiança e acuracidade na obtenção dos resultados.

4 MODELO PROPOSTO PARA SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS

Este capítulo retrata sobre a proposta do modelo para Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma com base na literatura apresentada no capítulo anterior. O capítulo inicia apresentando o framework adequado para o Processo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma, abrangendo o detalhamento do Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma. No Processo de Seleção e Priorização de Projetos é apresentado o modelo PROMETHEE V para a efetiva seleção e priorização de projetos.

No final do capítulo é apresentada aplicação do modelo por meio do método PROMETHEE II e do Problema da Mochila 0 -1, com respectivos resultados gerados. Também é realizada análise da sensibilidade para ambos, como forma de enxergar o comportamento da solução a partir da alteração dos coeficientes das variáveis.

4.1 FRAMEWORK PARA O PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE PORTFÓLIOS

O proposto Processo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma se assemelha aos moldes da estrutura apresentada por PMI (*Project Management Institute*). Diferencia-se do PMI a partir da reorganização das etapas que compõem o processo de Gerenciamento de Portfólios, com a inclusão e exclusões de certas etapas no grupo de Processos de Alinhamento. O framework foi escolhido devido à facilidade de ser reestruturado para adequar a qualquer necessidade, como também foi desenvolvido pelos maiores especialistas e pesquisadores internacionais em Gerenciamento de Projetos.

A estrutura apresenta todas as etapas regidas e sequenciadas para o comprimento efetivo e o sucesso no Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma. O Processo de Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma encontra - se apresentada na figura 4.1. A etapa destacada apresenta o principal foco do presente trabalho.

A etapa do processo de Seleção e Priorização dos Projetos é subdivida em cinco etapas, conforme visto na figura 4.2, cada etapa contribui significativamente na seleção e priorização dos projetos, conforme a necessidade do negócio.

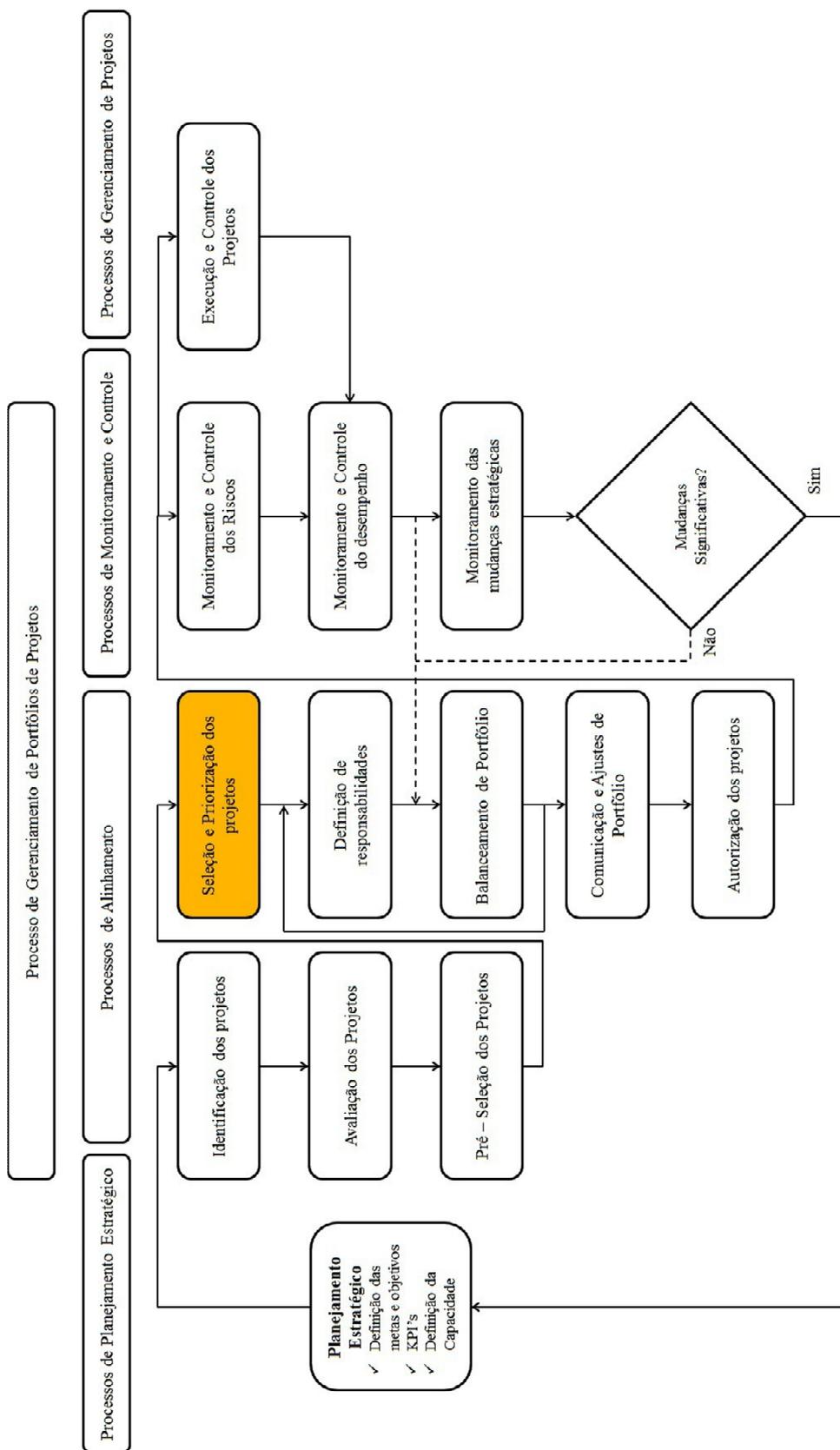


Figura 4.1 – Processo de Gerenciamento de Portfólios

Fonte: Adaptado pelo autor

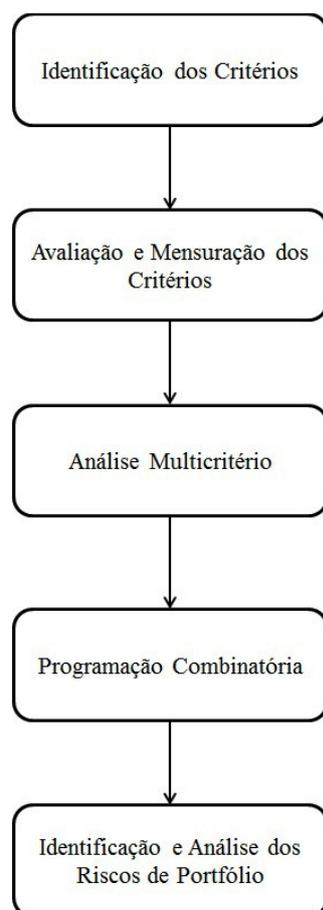


Figura 4.2 – Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma

Fonte: Adaptado pelo autor

4.2 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS

A alta administração constitui a personagem principal e é responsável na determinação dos objetivos e metas estratégicas de uma empresa como também é responsável em determinar o grau de importância de cada objetivo para a empresa (Werkema, 2006).

Existem diversas formas que favorecem na identificação de critérios para seleção de projetos. As técnicas mais utilizadas, segundo Banuelas et al. (2006) são: Brainstorming, Árvore de Características Críticas da Qualidade (CTQ), Foco no grupo, Entrevistas, Visitas a Clientes, Desdobramento da Função Qualidade (QFD), Análise de Kano e Entrevistas. Existem outras ferramentas que auxiliam na identificação de projetos, como: Mapeamento do Fluxo de Valor, Balance Scorecard e Hoshin Kanri.

Essas técnicas podem ser utilizadas de forma combinada pelos especialistas. O que se quer é avaliar diversas opções em conjunto para obter o melhor aproveitamento. A figura 4.3 apresenta os métodos mais utilizados na identificação dos critérios.

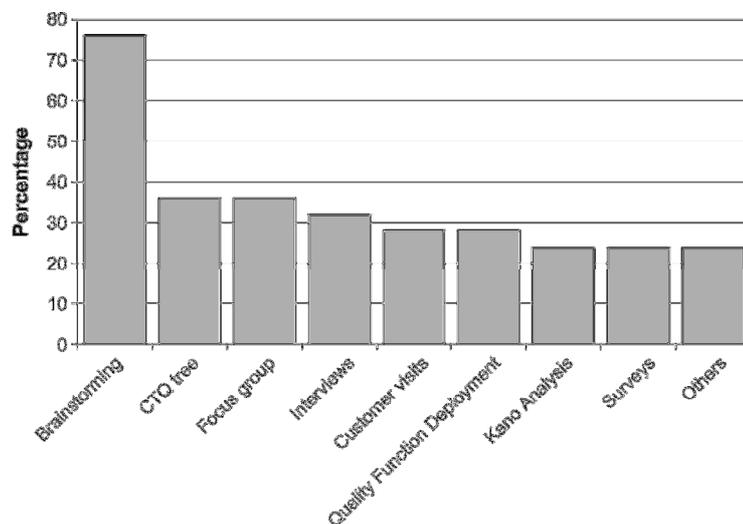


Figura 4.3 – Ferramentas e Métodos usados para identificar os potenciais projetos de Seis Sigma no Reino Unido

Fonte: Banuelas et al (2006)

Vários fatores têm sido considerados na seleção de projetos. Entretanto, de acordo com a revisão da literatura, os critérios mais utilizados na seleção de projetos seis sigma são apresentados na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Matriz de Referências

Fonte: Adaptado de Fernandes & Turrioni,

CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA	AUTORES										
	Sharma & Chetiya (2010)	Snee & Rodébaugh (2002)	Akpolat & Xu (2002)	Kumar et al (2007)	Trad & Maximiano (2009)	fundin & Cronemur (2003)	Ray & Das (2010)	Lynch et al (2003)	Antony et al (2007)	Coronado & Antony (2002)	Antony (2004)
FOCO NO CLIENTE				X		X				X	
RETORNO FINANCEIRO		X		X							
LIGAÇÃO COM A ESTRATÉGIA DO NEGÓCIO	X	X		X	X		X	X		X	
PROBLEMAS ESTRUTURAIIS DE CAUSA DESCONHECIDA		X						X			X
PROPORCIONALIDADE COM OS RECURSOS DISPONÍVEIS	X		X	X	X					X	X
POTENCIAL DE TÉRMINO NO CURTO PERÍODO DE TEMPO		X	X	X		X		X			
PROBLEMAS MENSURÁVEIS	X		X	X	X			X	X		

Em seguida, relacionam-se os principais objetivos que constituem a base para a identificação dos potenciais projetos Seis Sigma. (Fernandes, 2007; Antony & Banuelas, 2002). Cabe ressaltar que os objetivos (critérios) variam de acordo com o tipo de organização e contexto do problema, para esta situação, segue os critérios propostos.

- I. Foco no Cliente;
- II. Retorno financeiro;
- III. Problemas Mensuráveis;
- IV. Proporcionalidade com a disponibilidade de recursos;
- V. Potencial de término em curto período de tempo;

Os objetivos apresentados devem ser mensurados para que haja o efetivo controle e monitoramento dos projetos na carteira de investimentos. A tabela 4.2 apresenta os principais indicadores de desempenhos chave identificados para cada diretiva com as respectivas unidades de mensuração (Antony & Banuelas, 2002; Kumar et al, 2007).

Tabela 4.2 – Indicadores de Desempenho

Fonte: Esta pesquisa

DIRETIVAS	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA
Foco no Cliente	Índice de Satisfação do Cliente	%
	Número de Reclamações do Cliente	%
Retorno Financeiro	ROI (<i>Return Of Investments</i>)	R\$
	Custo de não Qualidade	R\$
Proporcionalidade com disponibilidade de recursos ^a	Quantidade de Membros	pessoas
Potencial de término em curto período de tempo	Duração dos Projetos	dias
Problemas Mensuráveis	Redução de DPMO (Defeitos por um Milhão de Oportunidades)	d.p.m
	Redução de retrabalhos	retrabalhos

Os critérios apresentados são avaliados entre si, por meio de pesos ou pontuações, estes pesos correspondem o grau de importância de cada objetivo para a empresa.

4.3 DESCRIÇÃO DO MODELO DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS

O método de Seleção e Priorização de Projetos proposto é consistido a partir do Modelo PROMETHEE V.

O método PROMETHEE V é bastante recomendável para situações onde envolvam restrições de natureza discreta. O método consiste, no primeiro instante, na classificação dos projetos através do uso do método PROMETHEE II, os projetos são classificados de forma descendente conforme o grau de importância em relação aos objetivos estratégicos da empresa. Em seguida é realizada a modelagem da programação inteira 0 – 1.

O Problema da Mochila 0 -1 consiste em selecionar os projetos que maximizam o valor do score $v_j(a_i)$ sem exceder o limite de capital investido e a disponibilidade de recursos humanos. Conforme o raciocínio a seguir:

As variáveis de decisão para esta situação são:

$$x_i \begin{cases} 1 & \text{se o projeto } i \text{ é selecionado} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

A - Função Objetivo

A função objetivo determina o objetivo do problema em estudo, o objetivo do problema constitui em maximizar os valores dos scores $v_j'(a_i)$. Conforme apresentado a seguir:

$$\max \sum_{i=1}^n v_j'(a_i)x_i \quad (4.1)$$

B – Restrições de Investimentos

A restrição de investimento delimita o total de investimentos ofertados para a carteira de investimentos, quer dizer, os investimentos a_i dos projetos i não deve ultrapassar o valor TIO (Total de Investimentos Ofertados no período). Conforme apresentado a seguir:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i \leq TIO \quad (4.2)$$

C – Restrições de Disponibilidade de Recursos Humanos

A restrição de disponibilidade de Recursos Humanos garante que a quantidade de pessoas alocadas r_i em cada projeto i não ultrapasse a quantidade total de recursos disponíveis (RD). A restrição apresenta a seguinte configuração:

$$\sum_{i=1}^n r_i x_i \leq RD \quad (4.3)$$

Onde RD representa a quantidade total de recursos humanos que influenciam na melhoria da empresa (*stakeholders*).

O problema é configurado e resumido da seguinte forma:

$$\max \sum_{i=1}^n v_j'(a_i)x_i$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i \leq TIO$$

$$\sum_{i=1}^n r_i x_i \leq RD$$

$$x \in B^n$$

O modelo de Otimização Combinatória apresentado pode ser modificado para adequar a situações específicas de cada empresa, como por exemplo, alteração na função objetivo, em vez de maximizar os valores, pode em minimizar os custos; alteração e/ou inclusão nas restrições, pode incluir uma restrição em relação a disponibilidade de cada integrante em relação aos projetos disponíveis.

O modelo adequado deve ser realizado a cada três meses ou com certa prioridade para avaliar a condição dos projetos na carteira de investimentos, os projetos contidos no portfólio devem durar no máximo seis meses ou quando não apresentarem resultados satisfatórios.

4.4 APLICAÇÃO NUMÉRICA

4.4.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O problema consiste em selecionar e priorizar os potenciais projetos Seis Sigma para compor na Carteira de Investimentos de um determinado período. Os objetivos são determinados pela alta administração e são pontuados de acordo com o grau de importância em relação ao objetivo estratégico conforme apresenta na tabela a seguir:

Tabela 4.3 – Determinação e Pontuação dos critérios

Fonte: Esta pesquisa

DIRETIVAS	PONTUAÇÃO
Foco no Cliente	0,2
Retorno Financeiro	0,4
Problemas Mensuráveis	0,1
Disponibilidade de Recursos	0,1
Término em curto Período de Tempo	0,2

As diretivas devem ser mensuradas para efeitos desempenho e controle dos projetos no portfólio, cada critério possui o seu objetivo único e exclusivo, maximizar ou minimizar, a forma de mensurar os objetivos de cada critério encontra disponível na tabela a seguir:

Tabela 4.4 – Determinação dos Critérios de Desempenho

Fonte: Esta pesquisa

DIRETIVAS	CRITÉRIOS	OBJETIVOS	C_i
Foco no Cliente	Índice de Satisfação do Cliente	Max	C ₁
Retorno Financeiro	Lucro	Max	C ₂
Problemas Mensuráveis	Número de Retrabalho	Max	C ₃
Disponibilidade de Recursos	Número de Membros de Melhoria	Min	C ₄
Término em curto Período de tempo	Dias úteis	Min	C ₅

Esses critérios foram selecionados com base na revisão da literatura e apresentados ao gestor de portfólio, que em seguida escolheu os critérios considerados mais relevantes para o problema.

Os projetos que irão fazer parte da carteira de investimentos devem pelo menos alcançar um desses objetivos estratégicos apresentados pela alta administração.

A empresa anônima pretende investir no período de seis meses, período estabelecido pela empresa, cerca de R\$ 2.000.000,00 em projetos de melhoria pela metodologia Seis Sigma. Os investimentos de cada projeto são apresentados conforme a tabela 4.5 a seguir:

Tabela 4.5 – Investimentos dos projetos

Fonte: Esta pesquisa

PROJETOS	INVESTIMENTOS	PROJETOS	INVESTIMENTOS
P ₁	R\$ 340.000,00	P ₆	R\$ 450.000,00
P ₂	R\$ 600.000,00	P ₇	R\$ 610.000,00
P ₃	R\$ 650.000,00	P ₈	R\$ 250.000,00
P ₄	R\$ 700.000,00	P ₉	R\$ 800.000,00
P ₅	R\$ 250.000,00	P ₁₀	R\$ 715.000,00

A empresa dispõe de quarenta e cinco membros treinados e dedicados integralmente para a execução e controle de projetos Seis Sigma. A equipe é formada de *Champion, Master Black Belts, Black Belts, Green Belts, Yellow Belts e White Belts*.

Os projetos identificados apresentam certo tipo de características, conforme visto na tabela a seguir.

Tabela 4.6 – Características dos projetos

Fonte: Esta pesquisa

PROJETOS	INDICADORES DE DESEMPENHO (CRITÉRIOS DE SELEÇÃO)				
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
P ₁	50%	600.000,00	50	5	115
P ₂	60%	450.000,00	25	9	49
P ₃	85%	550.000,00	10	15	132
P ₄	55%	595.950,00	23	7	70
P ₅	50%	330.900,00	41	7	60
P ₆	45%	290.050,00	75	5	55
P ₇	72%	750.000,00	84	10	110
P ₈	67%	400.000,00	22	13	50
P ₉	81%	350.900,00	11	14	68
P ₁₀	58%	650.000,00	67	10	97

Dois softwares, cujas licenças para estudante, foram utilizados na resolução do problema em questão, o primeiro foi PROMETHEE Preview Release, desenvolvido por Bertrand Mareschal, usado na aplicação do método PROMETHEE II, com objetivo de estabelecer uma pré - ordem dos projetos, em seguida, foi usado o LINDO 6.1 (*Linear Interactive and Discrete Optimizer*) disponível por LINDO System, usado para tratamentos de problemas de programação matemática com restrições.

4.4.2 APLICAÇÃO POR MEIO DO MÉTODO PROMETHEE

Os dados da tabela 4.6 foram introduzidos no software PROMETHEE Preview Release, como também a pontuação (tabela 4.3) e os objetivos (tabela 4.4) dos critérios, conforme visto na figura 4.4 a seguir.

Observa – se que todos os critérios apresentados na tabela 4.4, foram atribuídos à função de diferença do tipo I (critério usual), conforme descrito a partir da tabela 3.2. O critério usual foi aplicado devido à inexistência de limiares de preferência e indiferença entre as alternativas.

A partir do comando *PROMETHEE Ranking*, na opção *PROMETHEE – GAIA*, tem – se o resultado para os métodos: *PROMETHEE I* e *PROMETHEE II*. O interesse maior está direcionado aos resultados emitidos pela segunda opção. Conforme visto na figura 4.5. Para efeitos de visualização, a tabela 4.7 estabelece o fluxo líquido apresentado. Observa- se que houve a ordenação decrescente das alternativas apresentadas.

O plano de GAIA (*Geometrical Analysis for Iterative Assistance*) apresentado na figura 4.6, obtida a partir do comando *GAIA Visual Analysis*, é o método de visualização dos dados do método PROMETHEE que de certa forma completa harmoniosamente a análise dos resultados (Resende & Almeida, 2010). Observa-se que a projeção das informações sobre o plano foi na ordem de 89,9%. Araújo & Almeida (2010) afirma que a projeção das informações no plano mede a qualidade do gráfico do Plano Gaia. Caso a projeção for abaixo que 70%, a interpretação do Plano Gaia deve ser realizada com certa precaução, caso contrário, a qualidade do gráfico é adequada.

Antes de iniciar a próxima etapa, deve-se, primeiramente, normalizar os fluxos líquidos de cada projeto para uma escala de 0 a 1, conforme os escores apresentados na tabela 4.8.

Tabela 4.7 – Ranking dos projetos no PROMETHEE II

Fonte: Esta pesquisa

PROJETOS	$\Phi(a)_i$
Projeto 7	0,4778
Projeto 4	0,2778
Projeto 10	0,2556
Projeto 2	0,1333
Projeto 1	0,0556
Projeto 8	-0,0667
Projeto 3	-0,1556
Projeto 9	-0,2445
Projeto 6	-0,3667
Projeto 5	-0,3667

ISC	Lucro	Nº Retrabalho	Membros	Prazo	
Unit	%	R\$	Unid	peçoas	dias
Category	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences					
Min/Max	max	max	max	min	min
Weight	0,20	0,40	0,10	0,10	0,20
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
-Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
-P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
-S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics					
Minimum	45,00	R\$ 290.050,00	10	5	40
Maximum	85,00	R\$ 750.000,00	84	15	132
Average	62,30	R\$ 496.780,00	41	10	78
Standard Dev.	12,88	R\$ 146.289,90	26	3	31
Evaluations					
Projeto 1	50,00	R\$ 600.000,00	50	5	115
Projeto 2	60,00	R\$ 450.000,00	25	9	49
Projeto 3	85,00	R\$ 550.000,00	10	15	132
Projeto 4	55,00	R\$ 595.950,00	23	7	40
Projeto 5	50,00	R\$ 330.900,00	41	7	60
Projeto 6	45,00	R\$ 290.050,00	75	5	55
Projeto 7	72,00	R\$ 750.000,00	84	10	110
Projeto 8	67,00	R\$ 400.000,00	22	13	50
Projeto 9	81,00	R\$ 350.900,00	11	14	68
Projeto 10	58,00	R\$ 650.000,00	67	10	97

Figura 4.4 – Janela inicial do PROMETHEE com os dados inseridos

Fonte: Software PROMETHEE Preview Release

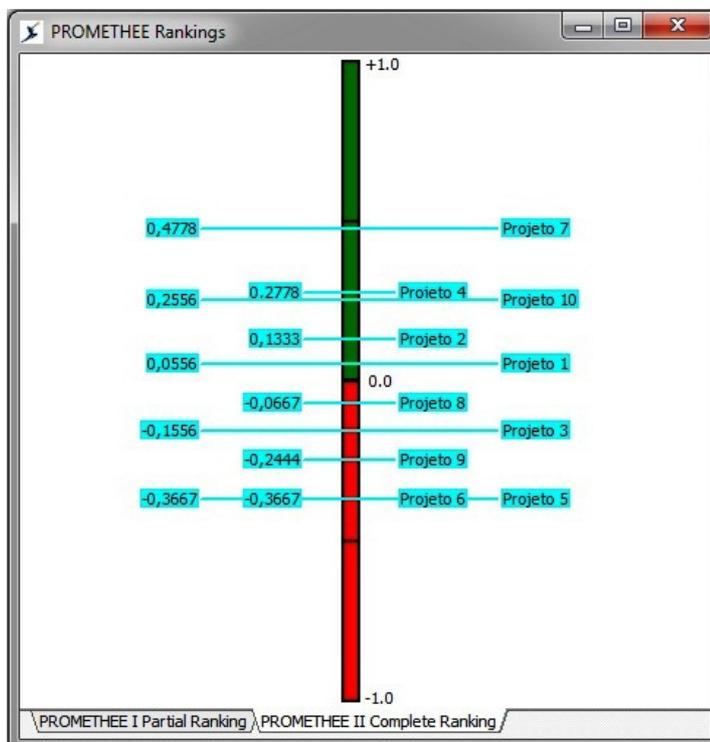


Figura 4.5 – Ranking dos projetos no PROMETHEE II

Fonte: Software PROMETHEE Preview Release

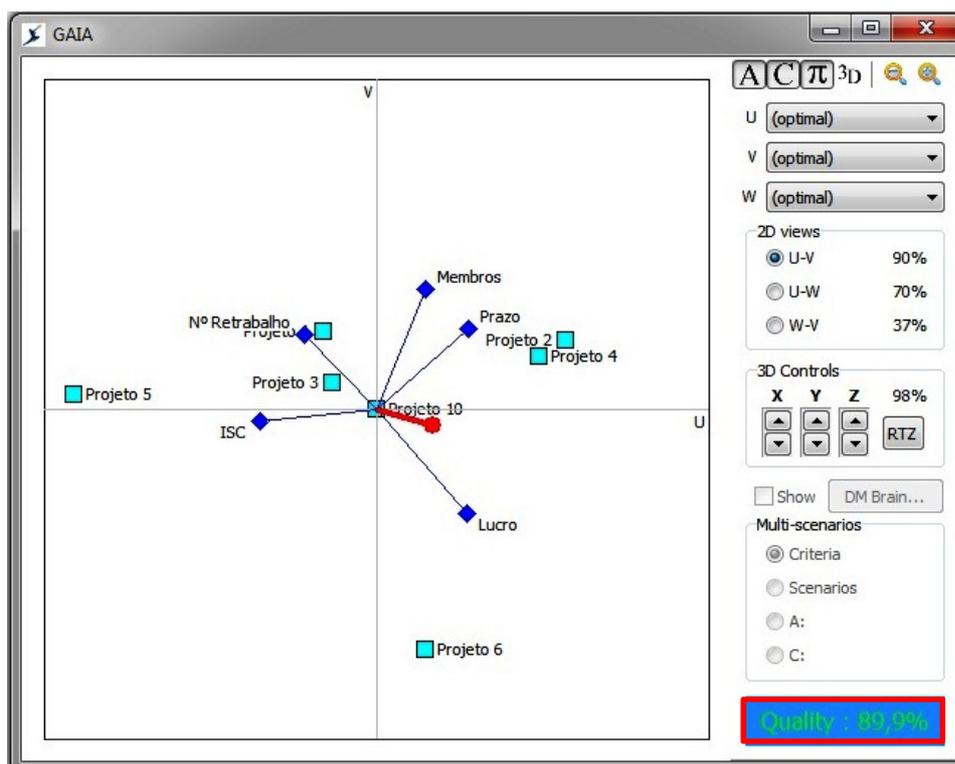


Figura 4.6 – Plano GAIA

Fonte: Software PROMETHEE Preview Release

Tabela 4.8 – Normalização dos dados

Fonte: Esta pesquisa

PROJETOS	$\Phi(a)_i$	$v_j(a_i)$	$v''_j(a_i)$
Projeto 7	0,4778	0,8445	0,9001
Projeto 4	0,2778	0,6445	0,7001
Projeto 10	0,2556	0,6223	0,6779
Projeto 2	0,1333	0,5000	0,5556
Projeto 1	0,0556	0,4223	0,4779
Projeto 8	-0,0667	0,3000	0,3556
Projeto 3	-0,1556	0,2111	0,2667
Projeto 9	-0,2445	0,1222	0,1778
Projeto 6	-0,3667	0,0000	0,0556
Projeto 5	-0,3667	0,0000	0,0556

Os projetos 5 e 6 possuem valor igual a zero, e nunca serão considerados no portfólio. Assim, uma nova mudança de escala foi realizada, considerando-se um delta mínimo de contribuição, de 0,0556 (o menor valor positivo) para uma nova coluna $v''_j(a_i)$.

4.4.3 APLICAÇÃO POR MEIO DA PROGRAMAÇÃO COMBINATÓRIA INTEIRA

A partir da ordenação obtida no método PROMETHEE II, conforme os escores apresentados na tabela 4.8. Tem – se a função objetivo para o Problema da Mochila. As restrições do problema garantem que os projetos selecionados não ultrapassem o valor dedicado ao investimento e a quantidade de membros disponíveis em cada projeto. A modelagem do Problema da Mochila apresentado a seguir foi inserida no software LINDO 6.1.

```

Max 0.4223x1 + 0.5000x2 + 0.2111x3 + 0.6445x4 + 0x5 + 0x6 + 0.8445x7 + 0.3000x8 + 0.1222x9 +
0.6323x10

s.t.
340x1 + 600x2 + 650x3 + 700x4 + 250x5 + 450x6 + 610x7 + 250x8 + 800x9 + 715x10 <= 2000
5x1 + 9x2 + 15x3 + 7x4 + 7x5 + 5x6 + 10x7 + 13x8 + 14x9 + 10x10 <= 45

END

int 10

```

Considerando o delta mínimo de contribuição, tem – se:

```

Max 0.4779x1 + 0.5556x2 + 0.2667x3 + 0.7001x4 + 0.0556x5 + 0.0556x6 + 0.9001x7 + 0.3556x8 + 0.1778x9
+ 0.6779x10

s.t.
340x1 + 600x2 + 650x3 + 700x4 + 250x5 + 450x6 + 610x7 + 250x8 + 800x9 + 715x10 <= 2000
5x1 + 9x2 + 15x3 + 7x4 + 7x5 + 5x6 + 10x7 + 13x8 + 14x9 + 10x10 <= 45

END

int 10

```

O resultado gerado pelo LINDO 6.1 (Anexo 1) encontra – se realçado na tabela 4.9, conforme apresentado a seguir. Cabe ressaltar com incremento do delta mínimo de 0,0556 nas alternativas, o resultado não sofreu alteração.

Tabela 4.9 - Resultado do Problema da Mochila

Fonte: Esta pesquisa

PROJETOS	$v_j(a_i)$	INVESTIMENTOS	MEMBROS
Projeto 7	0,8445	R\$ 610.000,00	10
Projeto 4	0,6445	R\$ 700.000,00	7
Projeto 10	0,6223	R\$ 215.000,00	10
Projeto 2	0,5000	R\$ 200.000,00	9
Projeto 1	0,4223	R\$ 240.000,00	5
Projeto 8	0,3000	R\$ 250.000,00	13
Projeto 3	0,2111	R\$ 650.000,00	15
Projeto 9	0,1222	R\$ 500.000,00	14
Projeto 6	0,0000	R\$ 450.000,00	5
Projeto 5	0,0000	R\$ 250.000,00	7

Os projetos selecionados garante o investimento na ordem de R\$ 1.800.000,00 com cerca de trinta e cinco funcionários ativos, com ganhos de aproximadamente R\$ 2.345.950,00.

Uma análise de sensibilidade foi aplicada para verificar a integridade da variação da solução ótima no conjunto de soluções admissíveis, a análise de sensibilidade foi aplicado diretamente no método PROMETHEE II com intuito de observar a influência da mudança nos resultados a partir das variações nas pontuações. O item a seguir apresenta os resultados gerados da analise.

4.4.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Segundo Silva et al (2007) a análise de sensibilidade procura estudar as consequências das variações dos coeficientes sem alterar a solução ótima.

No presente estudo, a análise de sensibilidade foi aplicada no método de Decisão Multicritério, variando os pesos (pontuações) dos objetivos.

No método PROMETHEE II, foi empregado dois cenários de análise: um chamado de **Uniforme** que consiste na distribuição uniforme das pontuações ($C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5$) e o outro cenário é o **Prazo** que atribui maior pontuação para o critério prazo e menor pontuação para o lucro ($C_2 = 0,2$ e $C_5 = 0,4$). Os resultados dos dois cenários encontram – se apresentadas nas tabelas 4.10 e 4.11, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos em ambos os cenários (tabela 4.12), tem – se que os objetivos são muito sensíveis a variações nas suas pontuações, quer dizer, o intervalo é muito próximo um dos outros. Este tipo de análise comprova que o grau de importância atribuída a

cada objetivo influência diretamente nos resultados. A alta administração deve tomar cuidados no momento da tomada de decisão em relação atribuição das prioridades concedidas a cada objetivo estratégico da empresa.

Tabela 4.10 - Seleção de Projetos com os objetivos uniformes

Fonte: Esta pesquisa

PROJETOS	$\Phi(a)_i$	$v_j(a_i)$	INVESTIMENTO	MEMBROS DISPONÍVEIS
PROJETO 7	0,3556	0,7333	R\$ 610.000,00	10
PROJETO 4	0,2222	0,6000	R\$ 700.000,00	7
PROJETO 2	0,1556	0,5333	R\$ 200.000,00	9
PROJETO 10	0,1334	0,5111	R\$ 215.000,00	10
PROJETO 1	0,0667	0,4444	R\$ 240.000,00	5
PROJETO 6	0,0000	0,3778	R\$ 450.000,00	5
PROJETO 8	-0,1111	0,2667	R\$ 250.000,00	13
PROJETO 5	-0,1556	0,2222	R\$ 250.000,00	7
PROJETO 9	-0,2889	0,0889	R\$ 500.000,00	14
PROJETO 3	-0,3778	0,0000	R\$ 650.000,00	15
TOTAL			R\$ 1.500.000,00	29

Tabela 4.11 - Seleção de Projetos com maior pontuação no objetivo Prazo

Fonte: Esta pesquisa

PROJETOS	$\Phi(a)_i$	$v_j(a_i)$	INVESTIMENTO	MEMBROS DISPONÍVEIS
PROJETO 4	0,4111	0,7889	R\$ 700.000,00	7
PROJETO 2	0,3111	0,6889	R\$ 200.000,00	9
PROJETO 7	0,1667	0,5444	R\$ 610.000,00	10
PROJETO 8	0,1111	0,4889	R\$ 250.000,00	13
PROJETO 10	0,0334	0,4111	R\$ 215.000,00	10
PROJETO 6	-0,1000	0,2778	R\$ 450.000,00	5
PROJETO 9	-0,1556	0,2222	R\$ 500.000,00	14
PROJETO 5	-0,1889	0,1889	R\$ 250.000,00	7
PROJETO 1	-0,2111	0,1667	R\$ 240.000,00	5
PROJETO 3	-0,3778	0,0000	R\$ 650.000,00	15
TOTAL			R\$ 1.600.000,00	34

Tabela 4.12 – Comparação entre cenários

Fonte: Esta pesquisa

DESCRIÇÃO	$\sum_{i=1}^n v_j(a_i)x_i$
Sem variação	2,2113
Uniforme	2,0888
Prazo	2,2445

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo procura concluir a presente dissertação, mas sem encerrar os estudos sobre o processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma.

Empresas e centros de pesquisa do momento não estão mais vinculadas em desvendar algo novo e extraordinário, mas modificar o que já existe para melhor atender as reais necessidades existentes na atualidade.

5.1 CONCLUSÃO

O presente estudo apresenta um modelo híbrido construído a partir dos moldes das metodologias MCDA e Programação Discreta Inteira, com objetivo de identificar, selecionar e priorizar os potenciais projetos Seis Sigma na carteira de investimentos.

Foi estruturado um fluxograma de Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma baseado na estrutura apresentada por *Project Management Institute* (PMI). A importância maior foi dada no Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma, a partir do uso do método PROMETHEE II e Problema da Mochila 0 – 1.

Foi efetuada uma aplicação com os métodos apresentados. Primeiramente, foi aplicado o método PROMETHEE II para obtenção da pré - ordem completa dos projetos de forma decrescente, em seguida, tem – se aplicação do Problema da Mochila que impede que os projetos não ultrapassem as restrições de investimento e disponibilidade de recursos humanos da empresa.

Uma análise de sensibilidade foi aplicada para ambos os métodos e foi constatada que o modelo proposto é sensível a variações. No método PROMETHEE II, tem – se a variação do resultado de escolha, a partir das preferências do decisor nos objetivos estratégicos. O mesmo ocorre para o modelo da Mochila, o resultado de escolha varia em função das variações de capacidade do sistema (restrições).

O presente estudo sofreu uma limitação para que determinada empresa que não se preocupe com os projetos localizados e distribuídos por setor, área e localidade e que tenham maior preocupação em selecionar e priorizar os projetos que sejam de grande relevância e interesses para o alcance dos objetivos estratégicos da empresa.

O modelo PROMETHEE V apresentado pode sofrer modificações para atender diversas condições e necessidades e preferências do decisor, o modelo pode ser modificado para

atender a seleção e priorização dos projetos Seis Sigma por setor, área e localidade, ou por grupos de investimento, categorias, e etc. A função objetivo pode ser modificada para selecionar e priorizar os projetos que procuram minimização de custos, as restrições podem ser também modificadas para atender outras condições específicas de funcionalidade ou condições de necessidade da empresa.

A partir dos resultados satisfatórios obtidos pelo modelo PROMETHEE V, conclui – se então, que o modelo da mochila apresentado é adequado para suprir necessidades de qualquer tipo de empreendimento que possuem a metodologia Seis Sigma implantado em toda a empresa e que pretende implantar e manter o Gerenciamento de Portfólios de Projetos Seis Sigma eficiente que atenda as condições e necessidades da empresa.

5.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho retrata o início de um extenso estudo que pode ser realizado sobre o Processo de Seleção e Priorização de Projetos Seis Sigma. Várias oportunidades de pesquisa podem ser provindas deste estudo, dentre elas, podemos citar as seguintes:

- ✓ Desenvolvimento de modelos para tratamentos das pontuações dos critérios, como forma de identificar o peso ideal e adequado para cada critério estabelecido para o atingimento do objetivo estratégico da empresa.
- ✓ Desenvolvimento de técnicas e linguagens computacionais mais eficientes para geração de resultados mais coerentes e precisos.
- ✓ Desenvolvimento e aprofundamento do Gerenciamento de Riscos de Portfólios de Projetos Seis Sigma.
- ✓ A incorporação de outras restrições e funções objetivas ao modelo proposto.
- ✓ Desenvolvimento de modelos estocásticos (probabilísticos) para tratamentos de problemas onde envolvam incerteza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- AKPOLAT, H., XU, J. **Selecting Six Sigma Projects**. Asian Journal on Quality, v. 3, Issue 2. China, 2002. 132 – 137 p.
- ALMEIDA, A.T. **O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2010.
- ALMEIDA, A.T., COSTA, A. P. C. S. **Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação com base no Método PROMETHEE**. Revista Gestão & Produção, v. 9, n. 2, 2002. 201 – 214 p.
- ALMEIDA, N. O. **Gerenciamento de Portfólio: alinhando o gerenciamento de projetos à estratégia da empresa e definindo sucesso e métricas em projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisão**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- ANTONY, F. **Some Pros and Cons of Six Sigma: an academic perspective**. The TQM Magazine, v. 16, n. 4. UK, 2004. 303 – 306 p.
- ANTONY, J.; ANTONY, F. J.; KUMAR, M.; CHO, B. R. **Six Sigma in Service Organizations: benefits challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors**. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 34, n. 3, 2007. 294 – 311 p.
- ARAÚJO, A. G; ALMEIDA, A. T. **Apoio à Decisão na Seleção de Investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o PROMETHEE**. Revista Gestão Produção, v. 16, n. 4. São Carlos, 2009. 534 – 543 p.
- ARENALES, M. et al. **Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BANUELAS, R.; ANTONY, F. **Going From Six Sigma to Design For Six Sigma: an exploratory study using Analytic Hierarchy Process**. The TQM Magazine, v.15, n. 5. UK, 2003. 334 – 344 p.
- BANUELAS, R.; ANTONY, J. **Key Ingredients for the effective implementation of Six Sigma program**. Measuring Business Excellence, v. 6, n. 4, 2002. 20 – 27 p.
- _____. **Critical Success Factors for the Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organizations**. The TQM Magazine, v. 14, n. 2, 2002. 92 – 99 p.
- BANUELAS, R. TENNANT. C TUERSLEY, I, TANG, S. **Selection of Six Sigma Projects in the UK**. The TQM Magazine, v. 18, Issue 5. UK, 2006. 514 – 527 p.
- BASTOS, L. N. V.; ALMEIDA, A. T. **Utilização do Método PROMETHEE II na Análise das Propostas de Preços em um Processo de Licitação**. XXII, 2002, ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2002.

- BERGAMO FILHO, C., MANSUR, R. **Uma Evolução Silenciosa no Gerenciamento das Empresas com o Six Sigma**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- BRONSON, R. **Pesquisa Operacional**. Traduzido por Bernardo Severo da Silva Filho. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.
- CASTRO, H. G; CARVALHO, M.M. **Gerenciamento de Portfólio de Projetos: um estudo exploratório**. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 2, São Carlos, 2010. 283 – 296 p.
- CAVALCANTE, C. A. V., ALMEIDA, A. T. **Modelo Multicritério de Apoio a Decisão para o Planejamento de Manutenção Preventiva utilizando PROMETHEE II em Situações de Incerteza**. *Pesquisa Operacional*, v. 25, n. 2, 2005. 279 – 296 p.
- CLEMENTE, Q.K. **Resolução do Problema da Mochila Multicritério através de técnicas Metaheurísticas: Modelos, Implementações e Resultados**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2010. Dissertação de Mestrado – Bolonha Engenharia e Gestão Industrial. Universidade Técnica de Lisboa, 2010. 89 p.
- COOPER, R.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. **New Product Portfolio Management: Practices and Performance**. *Journal of Product Innovation Management*, v. 16, 1999. 333 – 351 p.
- CORONADO, R. B.; ANTONY, J. **Critical Success Factors for the Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organizations**. *The TQM Magazine*, v. 14, n. 2. UK, 2002. 92 – 99 p.
- CORREIA, B. C. S. **Portfolius: Um Modelo de Gestão de Portfólio de Projetos de Software**. Recife: UFPE, 2005. Dissertação de Mestrado – Pós Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- COSSI, R. C.; FERREIRA, A. G. G. **Construindo um Projeto Seis Sigma com base no PMBOK: O melhor de dois mundos**. SEMINÁRIO DE GESTÃO DE PROJETOS, 2003, São Paulo: Sociedade de Usuários de Informática e Telecomunicações de São Paulo.
- DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3 ed. Porto Alegre, Bookman, 1999.
- DING, W; CAO, R. **Methods for Selecting the Optimal Portifólio of Projects**. *Service Operations and Logistics, and Informatics IEEE International Conference on Beijing*. Beijing, 2008. 2617 – 2622 p.
- DUARTE, M. D. O. **Modelo Multicritério Para Seleção de Portfólios de Projetos Considerando Sinergia**. Recife: UFPE, 2007. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco, 2007. 74 p.
- ERLEBACH, T.; KELLERER, H.; PFERSCHY, U. **Approximating Multi - objective Knapsack Problems**. *INFORMS. Management Science*, v. 48, n. 12. Áustria, 2002.p. 1603 – 1612.
- FERNANDES, M. M. TURRIONI, B. J. **Seleção de Projetos Seis Sigma: em Empresas de Manufatura no Brasil**. *Produção*. v.17, n.3, p. 579-591, 2007.
- FIORAVANTI, A. **Aplicação da Metodologia “Design For Six Sigma” (DFSS) em Projetos Automotivos**. São Paulo: USP, 2005. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-

- Graduação em Engenharia Automotiva. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. 118 p.
- FLORENTINO, H. O., SPADOTTO, A. F. **O problema da mochila no carregamento do palhão de cana-de-açúcar**. CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, XXIX, 2006, Campinas: Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, 2006.
- FRANZ, L. A. S. **Análise Crítica de um produto Seis Sigma em uma Indústria Petroquímica**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia, 2003. 130 p.
- FUNDIN, A. P.; CRONEMYR, P. **Use Customer Feedback to Choose Six Sigma Projects**. Six Sigma Forum Magazine, v. 3, n. 1, 2003.
- GOYAL, V.; RAVI, R. **A PTAS for the chance – constrained knapsack problem with random item sizes**. Operations Research Letters, v 38. USA, 2010. 161 – 164 p.
- GYGI, C., DECARLO, N, WILLIAMS, B. **Seis Sigma para Leigos**. Tradução de Renata Carnevalli. Rio de Janeiro: Alta Books, 2008.
- HILLIER, F.S. LIEBERMAN, G.J. **Introduction Operations Research**. 7 ed. USA: Mc Graw Hill, 2001.
- KENDALL, G. L. “Gerenciamento de Portfólio de Projetos: Princípios e Boas Práticas”, in: Paul C. Dinsmore (org.), AMA Manual de Gerenciamento de Projetos. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- KUMAR, R.; BANERJEE. **Analysis of a Multi - objective Evolutionary Algorithm on the 0 -1 Knapsack Problem**. Theoretical Computer Science, v. 358, Issue 1. UK , 2006. 104 – 120 p.
- KUMAR, R.; SINGH, P. K. **Assessing Solution Quality of Biobjective 0 -1 Knapsack Problem using Evolutionary and Heuristic Algorithms**. Applied Soft Computing, v. 10. Índia, 2010. 711 – 718 p.
- KUMAR, U. D.; SARANGA, H.; MÁRQUEZ, J. E. R.; NOWICKI, D. **Six Sigma Project Selection using Data Envelopment Analysis**. The TQM Magazine, v.19, n. 5, 2007. 419 – 441 p.
- LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões: modelagem em Excel**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- LIMA, E. C. P; ALMEIDA, J. A; ALMEIDA, A. T. **Modelo Multicritério para Seleção de Projetos em uma empresa de Serviços de Consultoria**. XXX, 2010, ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Carlos: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2010.
- LOPES, Y.; COSTA, A. P. C. S. **Modelo de Decisão para Seleção de Sistemas de Informação baseado em Decisão Multicritério e Programação Inteira 0 – 1**. Revista Gestão Industrial, v. 3, n. 4. Paraná, 2007. 135 – 146 p.
- LUCAS, J. M. **The Essential Six Sigma: how successful Six Sigma implementation can improve the bottom line**. Quality Progress, 2002. 27 – 31 p.
- LUILA, E. P. **Problema da Mochila Multicritério: Aspectos Algorítmicos e Implementação Informática**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2008. Dissertação de Mestrado – Bolonha Engenharia e Gestão Industrial. Universidade Técnica de Lisboa, 2008. 74 p.

- LYNCH, D. P.; BERTOLINO, S.; COUTIER, E. **How To Scope DMAIC Projects**. Quality Progress, v. 36, n.1, 2003. 37 - 41 p.
- MELLO, J. C. C. B. S de; GOMES, E. G; GOMES, L. F. A. M.; NETO, L. B.; MEZA L. A. **Avaliação do tamanho de aeroportos portugueses com relações multicritério de superação**. Pesquisa Operacional, v. 25, n.3, 2005. 313 – 330 p.
- MIGUEL, P.A.C. et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MOORE, J. H, WEATHERFORD, L. R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas**. 6 ed. Traduzido por Lucia Simonini e Edson Fumankiewicz. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MORAIS, D. C. **Modelagem Multicritério em Grupo para Planejamento Estratégico do Controle de Perdas no Abastecimento de Água**. Recife: UFPE, 2006. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco, 2006. 148 p.
- MORAIS, D.C, CAVALCANTE, C. A. V., ALMEIDA, A. T. **Priorização de Áreas de Controle de Perdas em Redes de Distribuição de Água**. Pesquisa Operacional, v. 30, n. 1, 2010. 15 – 32 p.
- MOREIRA, R. A. **Proposta de um Padrão Gerencial de Portfólio de Novos Produtos para Indústrias Farmacêuticas Nacionais**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 145 p.
- MOURA, R. **O Programa Seis sigma: um estudo de caso em uma empresa do Pólo Industrial de Manaus**. T&C Amazônia, Ano 2, nº5, agosto de 2004.
- PADHY, R. K.; SAHU, S. **A Real Option based Six Sigma evaluation and selection model**. International Journal of Project Management, India, 2011.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **The Standard for Portfolio Management**. 2 ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2008.
- _____. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 4 ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2008.
- RABECHINI, R.; MAXIMIANO, A. C. A.; MARTINS, V. A. **A adoção de gerenciamento de portfólio como uma alternativa gerencial: o caso de uma empresa prestadora de serviço de interconexão eletrônica**. Revista Produção, v. 15, n. 3. 2005. 416 – 433 p.
- RAY, S.; DAS, P. **Six Sigma Project Selection Methodology**. International Journal of Lean Six Sigma, v.1, n.1, 2010. 293 – 309 p.
- RESENDE, R. C; RANGEL, L. A. D; GOMES, L. F. A. M. **Priorização de Projetos de Telecomunicações: Uma análise de Decisão pelo método PROMETHEE V. XXX**, 2010, ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Carlos: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2010.
- RODRIGUES, M.V. **Ações para a Qualidade: Gestão Integrada para a Qualidade Padrão Seis Sigma – Classe Mundial**. 2 ed. São Paulo: QualityMark, 2006.
- SHARMA, S., CHETIYA, A. R. **Six Sigma Project Selection: an analysis of responsible factors**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 1, 4. Delhi, 2010. 280 – 292 p.

SILVA, A. C.S., NASCIMENTO, L. P. S, BELDERRAIN, M. C. N. **Método de Apoio a Multicritério à Decisão na Seleção e Priorização de Portifólio de Projetos**. XIII, 2007, ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA, São José dos Campos: Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 2007.

SILVA, A. F. **Modelagem do Planejamento Agregado da Produção de uma Usina Sucroalcooleira**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2009. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá, 2009. 93 p.

SILVA. E.M., SILVA. E.M., GONÇALVES, V., MUROLO, A. C. **Pesquisa Operacional**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SILVA, R. J.; MORABITO, R. **Otimização da Programação de Cargas de Forno em uma Fábrica de Fundição em Aço – Inox**. Revista Gestão Produção, v. 11, n. 1. São Carlos, 2004. 135 – 151 p.

SNEE, R. D.; RODEBAUGH Jr. **The project selection process**. Quality Progress, 2002. 78 – 80 p.

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

VETSCHERA, R. ALMEIDA, A.T **A PROMETHEE based approach to portfolio selection problems**. *Computers & Operations Research*, 39 (2012) 1010–1020.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. 2 ed. Nova Lima: Werkema Editora, 2004. 253 p.

_____. **Design For Six Sigma**. v 2. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2005. 300 p.

_____. **Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 1 ed. v 4. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006. 120 p.

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, Issue 4. Taiwan, 2009. 7594 – 7603 p.

ANEXO 1

Resultado gerado pelo software LINDO 6.1

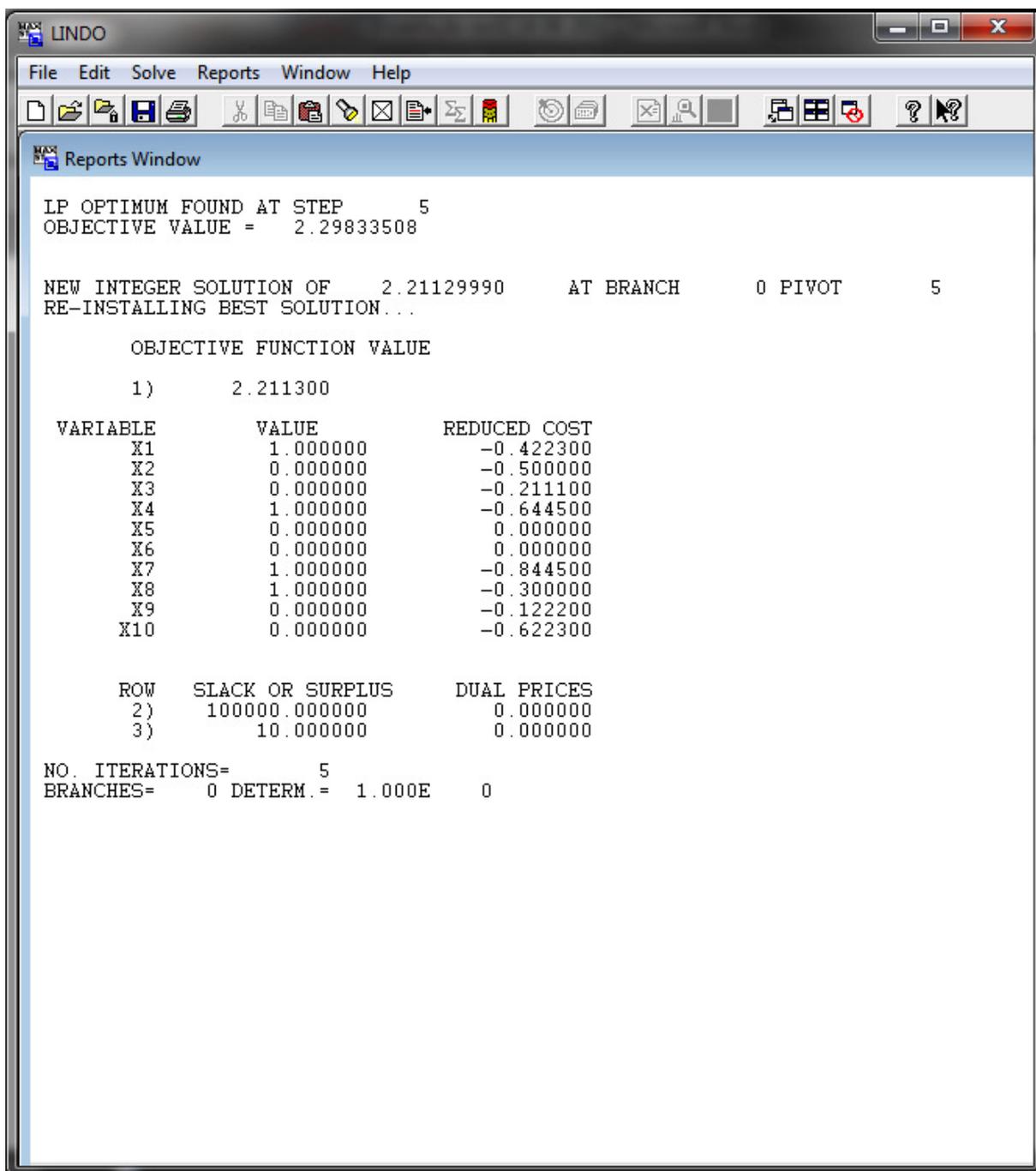


Figura 5.1 – Resultado obtido por LINDO 6.1

Fonte: Esta pesquisa

Resultado gerado pelo software LINDO 6.1 considerando o delta mínimo.

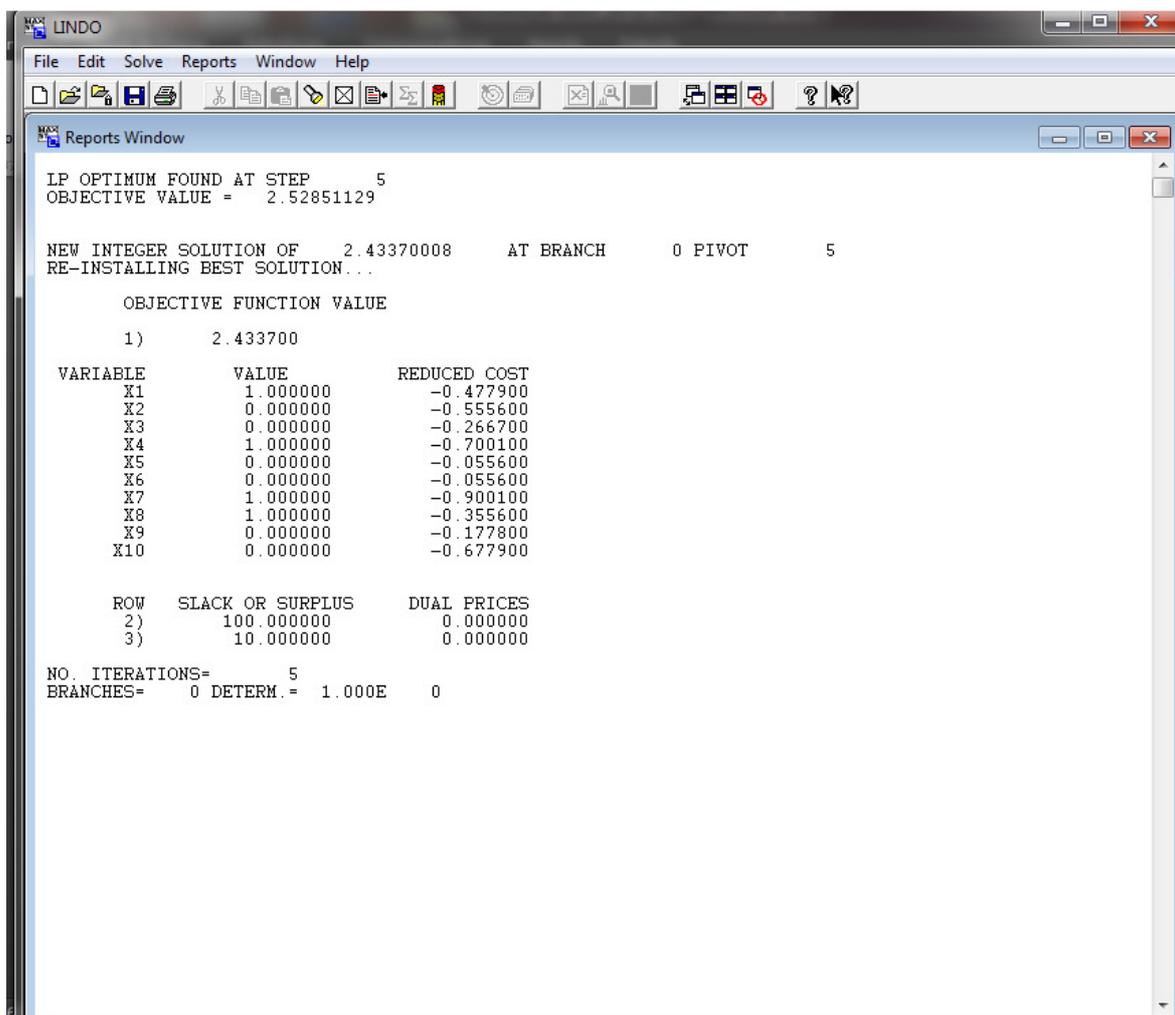


Figura 5.2 – Resultado gerado a partir do delta mínimo

Fonte: Esta pesquisa