



ÍTALO BELMONTE

**ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE UM
MODELO PARA O PROCESSO DE
IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE
PROJETOS SEIS SIGMA**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do Diploma de Engenheiro de
Produção

São Paulo

2008





ÍTALO BELMONTE

**ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE UM
MODELO PARA O PROCESSO DE
IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE
PROJETOS SEIS SIGMA**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do Diploma de Engenheiro de
Produção

Orientador: Prof.Dr.Alberto Wunderler Ramos

São Paulo

2008



FICHA CATALOGRÁFICA

Belmonte, Italo

Analise e proposição de um modelo para o processo de Identificação e seleção de Projetos Seis Sigma / I. Belmonte. -- São Paulo, 2008.

p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Administração de projetos (Qualidade;processos) 2. Administração da produção I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.



A toda a minha família.

Em especial ao meu pai, Ben-Hur Belmonte Jr., minha mãe, Marisa Peres, meu irmão, Ben-Hur Belmonte Neto, tios Cláudia e Sidney e à minha avó madrinha, Ruth Ciciliano.





AGRADECIMENTOS

Graças a Deus, que com sua bêncão tudo torna possível.

Agradeço a toda a minha família, que em muito me apoiou durante os difíceis anos de faculdade. Em especial à minha mãe, Marisa, que sempre de perto me acompanhou, e a meu pai, Ben-Hur, pelo amor.

Aos meus amigos, em especial: Gibinha e família, Gui, Fernando e Luiz por toda a força e amizade sincera.

Obrigado a Alexandre Bagnoli, com quem muito trabalhei e compartilhei durante este último ano.

Agradeço também ao meu orientador, prof. Alberto Ramos, pela valiosa atenção e ajuda despendida.





RESUMO

O Seis Sigma é uma metodologia de melhoria, controle e gerência da qualidade adotada por muitas empresas em todo o mundo.

O processo de identificação e seleção dos projetos a serem realizados é reconhecido por muitos como um dos pontos chaves da metodologia, entretanto a literatura pouco discorre sobre o assunto, ou o faz de maneira superficial e pouco estruturada.

O trabalho presente propõe-se a analisar de modo estruturado o processo em questão, baseando-se nos resultados de uma pesquisa de campo sobre como o mesmo vem sendo realizado na prática por diversas empresas.

Busca-se então, através de uma série de análises, apontar as técnicas associadas aos melhores desempenhos na realização de cada uma das fases do processo de identificação e seleção de projetos Seis Sigma.

Finalmente, a união das análises (inclusive a da literatura) leva à proposição de um modelo de boa prática para tal processo.

Adicionalmente, algumas análises são feitas a fim de comparar os dados encontrados na realidade com algumas suposições e considerações de cunho teórico.

O trabalho tem assim a intenção de servir como uma contribuição prática ao estudo do Seis Sigma, especificamente sobre um ponto da metodologia que se mostrou simultaneamente importante e carente de estudos.



ABSTRACT

Six Sigma is one of the most famous methodologies in Quality management, improvement and control among companies worldwide.

The Six Sigma project identification and selection process is acknowledged as one of the main critical factors of success of the whole methodology. However, either little is found in literature about this subject, or it appears in an unstructured and shallow manner.

This work analyzes the process in matter in a well-structured fashion, based on a field research with several enterprises on how this process takes place in practice.

Thence, by means of a series of analyses, the present work tries to point out which are the techniques used along the different phases of the process that are linked with the best performances.

Finally, these analyses (including the analysis of the literature) are synergistically gathered in order to come up with the proposition of a model of *good practice* for the Six Sigma project selection process.

In addition, some extra analyses are performed in order to compare some propositions or thoughts found in the subject's theory against the data obtained in reality.

Thus, the work's intention is to serve as a practical contribution on the matter of Six Sigma, by specifically studying a point of the methodology found to be at same time important and lacking of studies.

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - DMAIC | 21 |
| Figura 2 - Estrutura do processo de Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma | 27 |
| Figura 3 -Ferramentas de Identificação. Fonte: BANUELAS et al.; 2006 | 33 |
| Figura 4 - Revisão da literatura : ferramentas de identificação | 33 |
| Figura 5 - árvore CTQ, um exemplo | 35 |
| Figura 6 - QFD, um exemplo | 38 |
| Figura 7 - KANO, um exemplo | 40 |
| Figura 8 – Diagrama de C&E , um exemplo | 41 |
| Figura 9 - Fluxograma, um exemplo..... | 42 |
| Figura 10 - Análise bibliográfica, critérios (de: BANUELAS et al.,2006)..... | 44 |
| Figura 11 - Diagrama de Pareto, um exemplo | 46 |
| Figura 12-Matriz AHP, um exemplo | 53 |
| Figura 13 - Recolhimento de dados | 59 |
| Figura 14 - Anos desde a adoção | 66 |
| Figura 15- Tempo de implementação, em classes | 67 |
| Figura 16 - Número de projetos realizados | 68 |
| Figura 17 - Porcentagem de praticantes do Seis Sigma entre os funcionários..... | 69 |
| Figura 18-Importância dada às fontes | 70 |
| Figura 19 - Importância dada às Ferramentas de Identificação..... | 72 |
| Figura 20 - Importância dada aos Critérios, Likert..... | 73 |
| Figura 21 - Uso das Ferramentas de priorização | 75 |
| Figura 22-Importância dada às Ferramentas de Priorização | 76 |
| Figura 23 - KPIs usados | 77 |
| Figura 24- Nível de <i>top-down approach</i> | 80 |
| Figura 25 - Economias atingidas sobre faturamento anual, comparação..... | 83 |
| Figura 26- Fontes vs. resultados , bolha..... | 88 |
| Figura 27 - Fontes vs. resultados , análise gráfica | 90 |
| Figura 28 - Ferramentas de identificação vs resultados , bolha | 91 |
| Figura 29 - Ferramentas de identificação vs. resultados , análise gráfica..... | 92 |
| Figura 30 - Critérios vs. resultados , bolha | 93 |
| Figura 31 - Critérios vs. resultados , análise gráfica..... | 94 |
| Figura 32 - Ferramentas de priorização vs. resultados , bolha | 95 |



| | |
|--|-----|
| Figura 33 - Ferramentas de priorização vs. resultados , análise gráfica | 96 |
| Figura 34 - Porcentagem de praticantes Seis Sigma vs. aos de implementação | 98 |
| Figura 35 - Importância aos critérios, (2 primeiros anos, 3-4 anos, 5 ou mais anos) | 100 |
| Figura 36 - Importância dada a <i>impacto financeiro</i> vs. Anos impl | 102 |
| Figura 37 - Importância Relativa dada a <i>impacto financeiro</i> vs. Anos impl..... | 103 |
| Figura 38 - Importância dada a <i>motivação</i> vs. nível de <i>top-down approach</i> | 104 |
| Figura 39 - Importâncica dada a <i>motivação</i> vs. Nível de <i>top-downa approach</i> , dados limpos | 105 |
| Figura 40 - Aumento na motivação dos funcionários vs. Nível de <i>top-down approach</i> | 106 |
| Figura 41 - Importância dada a <i>tempo de retorno</i> vs. importância dada a <i>motivação</i> | 108 |
| Figura 42- Importância dada a <i>duração do projeto</i> vs. importância dada a <i>motivação</i> | 109 |
| Figura 43 - Modelo proposto | 113 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|-----|
| Tabela 1- tabela para AHP, fonte: Saaty(1991)..... | 52 |
| Tabela 2 - tempo desde a adoção, em classes..... | 67 |
| Tabela 3- Transformando rank em pontuação..... | 70 |
| Tabela 4 - Pontuação para critérios para avaliar o nível de <i>top-down approach</i> | 79 |
| Tabela 5 - Pontuação conforme resultado dentro do grupo | 84 |
| Tabela 6 - Transformando classificação em pontuação | 85 |
| Tabela 7 - somando os pontos, exemplo ilustrativo..... | 86 |
| Tabela 8 - importância relativa de cada fonte, exemplo ilustrativo..... | 86 |
| Tabela 9- resultados das empresas conforme pontuação definida, um exemplo ilustrativo | 86 |
| Tabela 10 - resultado associado a cada fonte, exemplo ilustrativo..... | 87 |
| Tabela 11- Cálculo de Ro de Spearman e teste de hipótese..... | 105 |
| Tabela 12 - Cálculo do coeficiente de Kendall, TauK..... | 108 |



Abreviações e siglas

AHP: analytical hierarchical process, processo de análise hierárquica

CBA: cost-benefit analysis, análise de custo-benefício

CEO: chief of executive office, diretor presidente executivo

C&E: causa e efeito

CSF: critical success factor, fator crítico ao sucesso

CTQ: critical to quality, ponto crítico para a qualidade

KPI: key performance indicator , indicador chave de desempenho

PME: pequenas e médias empresas

PPI: pareto priority index , índice de priorização de projetos

QFD: quality function deployment, desdobramento da função qualidade

TOC: theory of constraints, teoria das restrições

VOC: voice of customer, voz do cliente

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1) INTRODUÇÃO DO TRABALHO | 17 |
| 1.1 Introdução..... | 17 |
| 2) ANÁLISE DA LITERATURA | 19 |
| 2.1 O que é Seis Sigma? | 19 |
| 2.1.1 DMAIC | 20 |
| 2.1.2 Fatores críticos de sucesso (CSF)..... | 22 |
| 2.1.3 Principais Limitações e críticas | 24 |
| 2.2 Processo de seleção de projetos..... | 26 |
| 2.2.1 Importância da fase de seleção | 26 |
| 2.2.2 Identificação de potenciais projetos Seis Sigma | 28 |
| 2.2.3 Priorização/Seleção de projetos Seis Sigma..... | 43 |
| 3. ESCOPO E ABORDAGEM..... | 55 |
| 3.1 Metas e Objetivos | 55 |
| 3.2 Abordagem | 57 |
| 3.3 Recolhimento de dados | 58 |
| 3.3.1 Introdução ao recolhimento de dados | 58 |
| 3.3.2 Círculo Seis Sigma | 60 |
| 3.3.3 Pesquisa e questionário | 61 |
| 3.3.4 Entrevistas | 64 |
| 4. ANÁLISE PRÁTICA | 65 |
| 4.1 Apresentação e análise descritiva das respostas | 65 |
| 4.1.1 Introdução | 65 |
| 4.1.2 Tempo de adoção do Seis Sigma | 66 |
| 4.1.3 Número de projetos realizados | 67 |
| 4.1.4 Número de praticantes do Seis Sigma na empresa | 68 |
| 4.1.5 Fontes usadas para identificar potenciais projetos Seis Sigma | 69 |
| 4.1.6 Ferramentas para a identificação de projetos Seis Sigma | 71 |
| 4.1.7 Critérios para a priorização dos projetos..... | 72 |
| 4.1.8 Ferramentas para a priorização de projetos Seis Sigma..... | 74 |
| 4.1.9 KPI usados para avaliar/medir resultados | 76 |
| 4.1.10 Nível de <i>top-down approach</i> | 78 |
| 4.2 Análise de Desempenho..... | 81 |
| 4.2.1 Considerações..... | 81 |



| | | |
|--------------------------|---|------------|
| 4.2.2 | Fontes vs. Resultados | 85 |
| 4.2.3 | Ferramentas de identificação vs. Resultados..... | 91 |
| 4.2.4 | Critérios vs. Resultados..... | 93 |
| 4.2.5 | Ferramentas de priorização vs. Resultados | 95 |
| 4.3 | Análises adicionais e correlações | 97 |
| 4.3.1 | Introdução..... | 97 |
| 4.3.2 | Número de praticantes Seis Sigma vs. Tempo desde a adoção do Seis Sigma | 97 |
| 4.3.3 | Critérios vs. Tempo de adoção do Seis Sigma | 99 |
| 4.3.4 | Motivação vs. Nível de top-down approach..... | 103 |
| 4.3.5 | Motivação vs. Duração de projetos e Tempo de retorno | 107 |
| 5. | CONCLUSÃO DO TRABALHO | 110 |
| 5.1 | Conclusões..... | 110 |
| 5.2 | Modelo Proposto..... | 111 |
| Bibliografia..... | 115 | |
| APÊNDICE | 121 | |
| Questionário..... | 122 | |



1) INTRODUÇÃO DO TRABALHO

1.1 Introdução

Este trabalho é uma contribuição prática à literatura e estudos a respeito da metodologia Seis Sigma.

O Seis Sigma é um programa de melhoria e gestão da qualidade lançado pela Motorola em 1987 e adotado com sucesso por muitas empresas até hoje. Responsável por economias bilionárias, este sistema de qualidade é objeto de estudo por muitos acadêmicos, peritos e praticantes.

Como será apresentado mais tarde neste trabalho, embora o processo de identificação e seleção dos projetos Seis Sigma a serem realizados seja considerado um dos principais fatores críticos de sucesso da metodologia, é difícil encontrar na literatura uma explicação mais profunda sobre como tal processo deveria ser executado ou mesmo exemplos práticos do mesmo. A importância e criticidade do processo somados à sua limitação na literatura justificam a atenção para estudos adicionais, como o aqui presente.

O trabalho começa com uma revisão extensiva da literatura no capítulo 2, “ANÁLISE DA LITERATURA”, dando uma visão geral sobre o Seis Sigma, bem como discursando e introduzindo o processo de Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma.

No capítulo 3, “ESCOPO E ABORDAGEM”, descrevem-se os principais objetivos do trabalho e propõe-se a abordagem escolhida para atingi-los, discursando inclusive sobre a forma de obtenção dos dados.

Em seguida, o capítulo 4, “ANÁLISES”, representa o núcleo do trabalho, pois nele os dados obtidos são apresentados e analisados, de acordo com a abordagem definida anteriormente. Em particular, o sub-apítulo 4.2, “Análise de Desempenho”, preocupa-se em apontar, através de um algoritmo, as técnicas do processo de seleção de projetos associadas aos melhores resultados; enquanto o sub-capítulo 4.3, “Análises Adicionais”, busca encontrar (ou não) na prática o suporte para algumas afirmações teóricas.

Finalmente, o capítulo 5, “CONCLUSÃO”, apresenta os principais resultados e conclusões do trabalho. Além disso, em 5.2, “Modelo proposto”, propõe-se, com base nos discursos e análises do trabalho todo, uma boa prática para o processo de seleção de projetos.



O trabalho presente baseia-se no trabalho de Bagnoli e Belmonte (2008), usando, de forma adaptada, algumas partes do mesmo (principalmente nos capítulos iniciais).



2) ANÁLISE DA LITERATURA

2.1 O que é Seis Sigma?

O Seis Sigma é uma metodologia com base quantitativa e estruturada que tem como objetivo a excelência da qualidade oferecida por uma empresa a seus clientes através da melhoria de parâmetros definidos em processos de fabricação e prestação de serviços, inclusive financeiros. Esta metodologia guia seu processo de selecionar os projetos certos a serem realizados baseando-se no potencial destes de melhorar os parâmetros de desempenho definidos. A idéia fundamental por trás da filosofia Seis Sigma é a de reduzir continuamente a variação nos processos, visando eliminar defeitos ou falhas de cada produto, serviço e processo transacional. (HOERL, 1998)

De acordo com Antony e Banuelas (2001), o Seis Sigma pode ser definido em termos estatísticos e gerenciais. Em termos de gerenciais, é uma estratégia de melhoria empresarial usada para melhorar a rentabilidade, eliminar desperdícios, reduzir despesas associadas com baixa qualidade e melhorar a efetividade e eficiência de todas as operações que suprem necessidades e expectativas de clientes. Em termos estatísticos, Seis Sigma se refere a 3.4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) onde um sigma (σ) representa o desvio padrão de um processo.

O uso de um método estruturado para resolver problemas, conhecido pelo acrônimo DMAIC (em inglês: *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*), é uma das chaves principais para o sucesso do programa Seis Sigma, uma vez que instrui todos na companhia a abordar os problemas da mesma maneira científica. Esta metodologia (DMAIC) será explicada melhor mais adiante no trabalho.

Dentro do programa Seis Sigma os empregados são treinados para se tornar *Master Black Belts*, *Black Belts* ou *Green Belts*. A cor dos cinturões pode variar de companhia a companhia, mas a idéia por trás é que quanto mais alto o nível do cinto, mais experiência a pessoa tem e/ou mais treinada ela é em Seis Sigma.

Além destes praticantes do Seis Sigma, é comum encontrar ainda a figura do *Sponsor*. O *Sponsor* age como um líder solucionador de problemas e é o responsável final bem como o



principal apoiador do projeto; muito freqüentemente é o próprio responsável pelo processo a ser melhorado.

O Seis Sigma pode tratar de problemas ligados à satisfação e exigências de clientes, prevenção de defeitos, redução de tempo de ciclo e diminuição de custos. Conseqüentemente, os resultados são visíveis nas finanças da empresa. A vantagem do Seis Sigma quando comparado a programas descuidados do tipo *redução de custos*, que reduzem tanto o valor quanto a qualidade, é que o Seis Sigma identifica e elimina os custos associados com os processos desperdiçadores, que não agregam nenhum valor ao cliente. (PYZDEK, 2003)

Outro aspecto muito importante do Seis Sigma é que este envolve uma mudança transformacional ao longo da cultura da organização, fornecendo uma estrutura em que todos sabem o que é esperado deles, quais são as suas contribuições, e como medir a própria performance, o que por sua vez aumenta a sua sustentabilidade. (LARSON, 2003)

Durante uma entrevista feita com um praticante de Seis Sigma de alto escalão de uma organização internacionalmente conhecida, foi deixado muito claro que o comprometimento da alta administração (neste caso o CEO) é essencial para transmitir a cultura. Por exemplo, quando um novo CEO, que não apoiava a metodologia Seis Sigma tão fortemente quanto o prévio, entrou na sua companhia, o entusiasmo dos empregados em relação ao programa Seis Sigma foi evidentemente reduzido.

2.1.1 DMAIC

DMAIC é o método científico e estruturado usado pelo Seis Sigma para identificar e resolver problemas de uma maneira contínua. É bem visível que a estrutura do DMAIC é muito semelhante ao ciclo de *Plan-do-check-act* (PDCA) de Deming (um dos pais de gerência da qualidade). A idéia em ambos os ciclos é prover um modo organizado de enfrentar um problema e estimular a melhoria contínua na companhia (HAIKONEN *et al.*, 2004). As cinco fases do DMAIC (em português: Defina, Meça, Analise, Melhore e Controle) podem ser representadas usando a figura circular a seguir, que enfatiza a ciclicidade do processo.

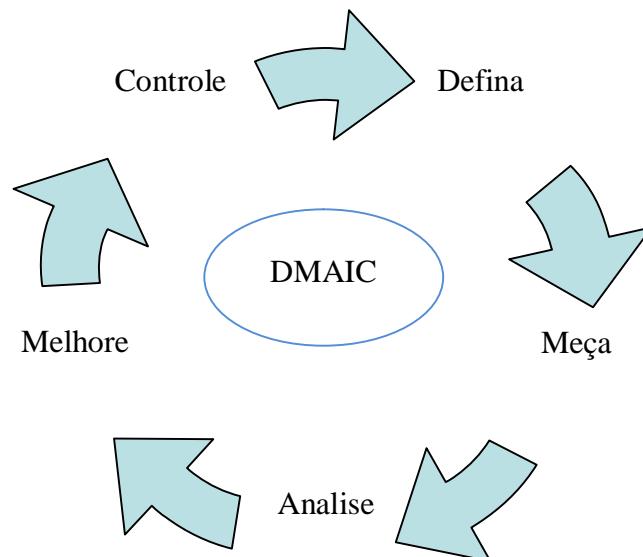


Figura 1 - DMAIC

Nos livros e artigos é comum encontrar explanações diferentes sobre as etapas a seguir em cada uma das fases do DMAIC. Aqui, apresentar-se-á de forma resumida a maneira encontrada mais freqüentemente na literatura.

- i) *Defina:* Este ponto de partida pode garantir ou destruir a efetividade do projeto. Na primeira fase, a companhia tem que identificar, priorizar e selecionar os projetos certos. Ao definir qual projeto será executado é necessário definir seu escopo e os impactos esperados sobre a satisfação dos clientes, fornecedores, empregados, outros *stakeholders* e rentabilidade da empresa. O projeto deve ser alinhado com os objetivos da companhia, bem como com as habilidades e recursos disponíveis na mesma, além de possuir uma temporalidade adequada.

Mais adiante neste trabalho, os principais passos e ferramentas utilizados durante a fase Defina serão explicados em maior detalhe.

- ii) *Meça:* Quando um processo é selecionado para ser melhorado é necessário descrever que variáveis do mesmo deveriam ser medidas (*inputs*, passos do processo e *outputs*), registrando assim os resultados e calculando as capacidades do processo a curto e longo prazo. Isto é necessário para

identificar como o processo se encontra agora e para poder comparar e quantificar os benefícios alcançados após as melhorias.

- iii) *Analise:* Durante esta fase, o foco está em procurar as causas raízes do problema. Analisar os dados medidos, usando técnicas estatísticas básicas e softwares estatísticos (como Minitab) é um ponto crucial para se entender a natureza da variação excessiva no processo bem como para representar os dados, ilustrando possíveis correlações entre *inputs*, processos e *outputs*.
- iv) *Melhore:* Tal fase consiste em desenvolver soluções e selecionar as soluções que levem aos melhores resultados e desempenho mais robusto. A melhora é alcançada mudando o processo para aperfeiçoar o seu desempenho.
- v) *Controle:* A etapa final foca na sustentabilidade e na manutenção das melhorias do processo. Uma vez que a melhoria foi feita, o objetivo é documentar e monitorar através de métodos estatísticos as circunstâncias novas do processo. O desafio encontra-se em manter a iniciativa do Seis Sigma viva em uma base contínua. Dependendo do resultado de tal controle, pode ser necessário revisitar uma ou mais das fases precedentes.

2.1.2 Fatores críticos de sucesso (CSF)

Para que o programa Seis Sigma seja implementado com sucesso, há alguns ingredientes que são considerados essenciais. Estes são conhecidos como Fatores Críticos de Sucesso (*Critical Success Factors* ou CSFs). Antony e Banuelas (2002) realizaram uma pesquisa literária extensa neste assunto e propuseram 34 variáveis diferentes. Após uma análise com outros peritos de qualidade, eles puderam agrupar essas variáveis em 11 principais CSFs. Dentre esses, citam-se alguns como:

- a. *Envolvimento e comprometimento da gerência:* Sem o apoio contínuo e comprometimento da alta administração, a importância da iniciativa será posta em dúvida e a dedicação dos empregados seria debilitada. Isto também foi confirmado em uma entrevista realizada durante este trabalho com um perito do Seis Sigma.



- b. *Ligar o Seis Sigma à estratégia do negócio:* “Precisa estar claro como os projetos Seis Sigma e outras atividades se relacionam aos clientes, atividades principais da empresa e à competitividade” (PANDE et al., 2000). Para que isso seja possível, é necessário que exista um comprometimento por parte da diretoria, pois caso contrário, é provável que os projetos Seis Sigma percam o foco. Esse seria o papel dos *Sponsors* e *Champions*.
- c. *Infra-estrutura organizacional:* o Seis Sigma requer muitos recursos, como o comprometimento por parte da administração e do staff, tempo, energia e recursos financeiros. Este CSF menciona a importância de uma infra-estrutura organizacional efetiva a fim de apoiar a introdução do Seis Sigma e o seu desenvolvimento. A existência de *Master Black Belts*, *Black Belts*, *Green Belts* e outros membros, como os *Sponsors* é recomendada para prover orientação e apoiar os projetos.
- d. *Ligar o Seis Sigma ao cliente:* Há a necessidade de entender as necessidades dos clientes e suas exigências, sendo isto crucial à qualidade. Melhorias são baseadas pelo seu impacto na satisfação dos clientes e valor da empresa.
- e. *Entender a Metodologia Seis Sigma, suas ferramentas e técnicas:* Empregados devem ser plenamente capazes de aplicar as técnicas do Seis Sigma, como o DMAIC, explicado no ponto anterior. Além disso, deve existir um conjunto claro de parâmetros e ferramentas que são usados para medir o desempenho do processo, analisar causas raízes e apoiar as decisões das equipes.
- f. *Mudança cultural:* É essencial para os empregados entenderem por que o Seis Sigma é importante, e como funciona a metodologia. Eles devem ser motivados, aceitar responsabilidades e fazer do Seis Sigma parte da vida cotidiana.
- g. *Ligar o Seis Sigma aos recursos humanos:* “As ações do departamento de recursos humanos da empresa necessitam estar alinhadas com o programa Seis Sigma a fim estimular os empregados e gerar resultados. Os estudos mostram que 61% das companhias líderes de mercado associaram as remunerações oferecidas aos empregados às suas estratégias de negócio, enquanto companhias com baixo desempenho apresentam um enlace mínimo entre remuneração e estratégia.” (HARRY e SCHROEDER, 2000)
- h. *Priorização e seleção de Projetos:* A literatura enfatiza a importância de ter critérios e métodos apropriados para a priorização e seleção de projetos. Projetos pobremente selecionados ou definidos conduzem a resultados tardios e também a

muita frustração. Também é prática fundamental ter um sistema de controle dos projetos para identificar todos os projetos que são submetidos à apreciação, definidos para a execução, em desenvolvimento e completos. Este trabalho foca exatamente sobre este CSF do programa Seis Sigma.

Além de comentar os CSFs principais, Antony e Banuelas (2002) também fizeram uma pesquisa piloto dentro das organizações do Reino Unido com o objetivo de identificar quais os CSFs que importam mais para elas. Os CSFs principais citados em ordem de importância foram:

- 1º *Envolvimento e comprometimento da gerência*
- 2º *Entender a Metodologia Seis Sigma, suas ferramentas e técnicas*
- 3º *Ligar o Seis Sigma à estratégia de negócio*
- 4º *Ligar o Seis Sigma ao cliente*
- 5º *Priorização e seleção de Projetos*

Como já mencionado antes, este trabalho tratará do 5º mais importante CSF definido pela pesquisa apenas citada.

2.1.3 Principais Limitações e críticas

Como qualquer outro programa de melhoria da qualidade, o Seis Sigma apresenta algumas limitações. As “falhas” seguintes podem ser encontradas ao implementar o Seis Sigma e podem servir como oportunidades para pesquisas futuras.

i) Dependência da tangibilidade do processo e mensurabilidade dos dados

De acordo com Goh (2002), já que o Seis Sigma nasceu em um ambiente industrial, no qual os defeitos podem geralmente ser medidos e os dados podem facilmente ser analisados usando ferramentas estatísticas, quando é estendido a processos não manufatureiros, a suposição é outra vez que o *output* desejado tem que ser uniforme em torno de algum alvo especificado. Isto pode ter a consequência adversa de se escolher um determinado projeto só porque apresenta resultados mensuráveis, e não necessariamente porque esta escolha está alinhada às metas internas.

Também, como lembrado por Antony(2004), há o desafio de coletar dados de qualidade, o que é especialmente difícil em processos onde ainda não há nenhum dado

disponível. Esta tarefa, de coleta de dados, às vezes pode tomar a maior parte do tempo de um projeto.

Se em processos industriais não é sempre simples definir o que é um defeito ou falha, em serviços então é, no mínimo, uma tarefa muito desafiadora. “Normalmente um defeito pode ser definido como qualquer coisa que não satisfaz necessidades ou expectativas do cliente, sendo por isso baseado em um julgamento subjetivo. Conseqüentemente o número de defeitos pode ser extremamente mal interpretado e, como a definição estatística de Seis Sigma é 3.4 defeitos por milhões de oportunidades, também o nível sigma medido do processo necessariamente não será preciso” (ANTONY, 2004).

ii) Arbitrariedade do deslocamento de 1.5 sigma

A suposição adotada pela Motorola e praticamente incorporada na teoria do Seis Sigma é que a distribuição de probabilidade dos *outputs* dos processos tendem a se deslocar de 1.5 sigma com o passar do tempo. Essa suposição é quase totalmente arbitrária e certamente não faz sentido com todos os processos.

Esta estimativa, na qual muitas ações e metas são baseadas, é, portanto, inexata e imprecisa já que fundamentada em julgamentos arbitrários. (ANTONY, 2004; GOH, 2002)

iii) Altos custos iniciais

O custo inicial para institucionalizar o Seis Sigma em uma cultura corporativa pode ser uma limitação significativa, dado que é necessário um alto investimento. Esta característica particular desencorajaria muitos empreendimentos de tamanho pequeno e médio à introdução, desenvolvimento e implementação do Seis Sigma. (ANTONY, 2004)

iv) Seleção e priorização dos projetos Seis Sigma de forma desestruturada

Finalmente - mas definitivamente não menos importante - outra limitação encontrada ao analisar a literatura é o fato de que muitas organizações ainda identificam e dão prioridade aos projetos baseando-se puramente em julgamentos subjetivos.

Uma razão possível para que isto aconteça é porque é difícil encontrar na literatura textos que expliquem em uma maneira organizada como exatamente executar esta tarefa, apesar do fato de muitos autores confirmarem a sua importância. (ANTONY, 2004)

Com esta última consideração em mente o trabalho propõe-se a pesquisar e organizar de forma racional e seqüencial as etapas necessárias e essenciais para realizar esta tarefa. Nos



seguintes sub-capítulos, faz-se uma pesquisa extensiva da literatura sobre o assunto, onde são identificadas, descritas e comentadas as diversas possíveis fontes e ferramentas para a identificação de potenciais projetos Seis Sigma, bem como os critérios e as ferramentas a serem usadas para a priorização dos mesmos (geralmente estão espalhados em diferentes artigos e livros). Preenchendo assim um buraco existente literatura.

Enfim, embora o Seis Sigma possa apresentar algumas das limitações mencionadas, é ainda uma estratégia muito poderosa para a melhoria do negócio e da qualidade, tendo já ajudado companhias a atingir resultados expressivos.

Além disso, o treinamento dado aos empregados também aumenta a potencialidade de resolução de problema e os ensina a enfrentarem problemas usando dados e a análise estatística para suportar suas decisões. Isto dá a eles uma espécie de “linguagem comum” e facilita assim a comunicação e interação entre departamentos diferentes.

2.2 Processo de seleção de projetos

2.2.1 Importância da fase de seleção

Ao longo da literatura sobre Seis Sigma é freqüentemente dito que a identificação e seleção dos projetos a serem realizados correspondem a uma das partes mais importantes no DMAIC inteiro. Alguns chegam a reivindicar que selecionar os projetos certos corresponde a 50% do sucesso de toda a metodologia Seis Sigma. Mesmo assim, não é fácil achar na literatura, ou mais especificamente em um único livro, detalhes de como esta importante tarefa deveria ser levada a cabo.

Nesta seção, com o uso de uma vasta revisão bibliográfica, tenta-se resumir e discursar sobre os parâmetros principais que caracterizam o processo de seleção de projetos Seis Sigma.

Para facilitar a compreensão e a análise, os passos do processo de seleção foram organizados de uma maneira lógica e seqüencial, baseando-se em trabalho recente de Bagnoli e Belmonte (2008). Tal estruturação do processo de seleção, é uma contribuição de alta importância, ao passo que sem um desenho estruturado do processo, definindo suas fases, atividades seqüenciais, parâmetros e lógica, não seria possível analisá-lo.

Assim, de acordo com o texto citado, processo de seleção é dividido em duas macro fases: *Identificação de potenciais projetos Seis Sigma* e *Priorização/Seleção de projetos Seis*

Sigma. Para cada uma destas fases as variáveis principais que as caracterizaram foram apropriadamente definidas.

A seguir vê-se o esquema estruturado para o processo de seleção de projeto Seis Sigma definido por Bagnoli e Belmonte(2008) e que será usado aqui:

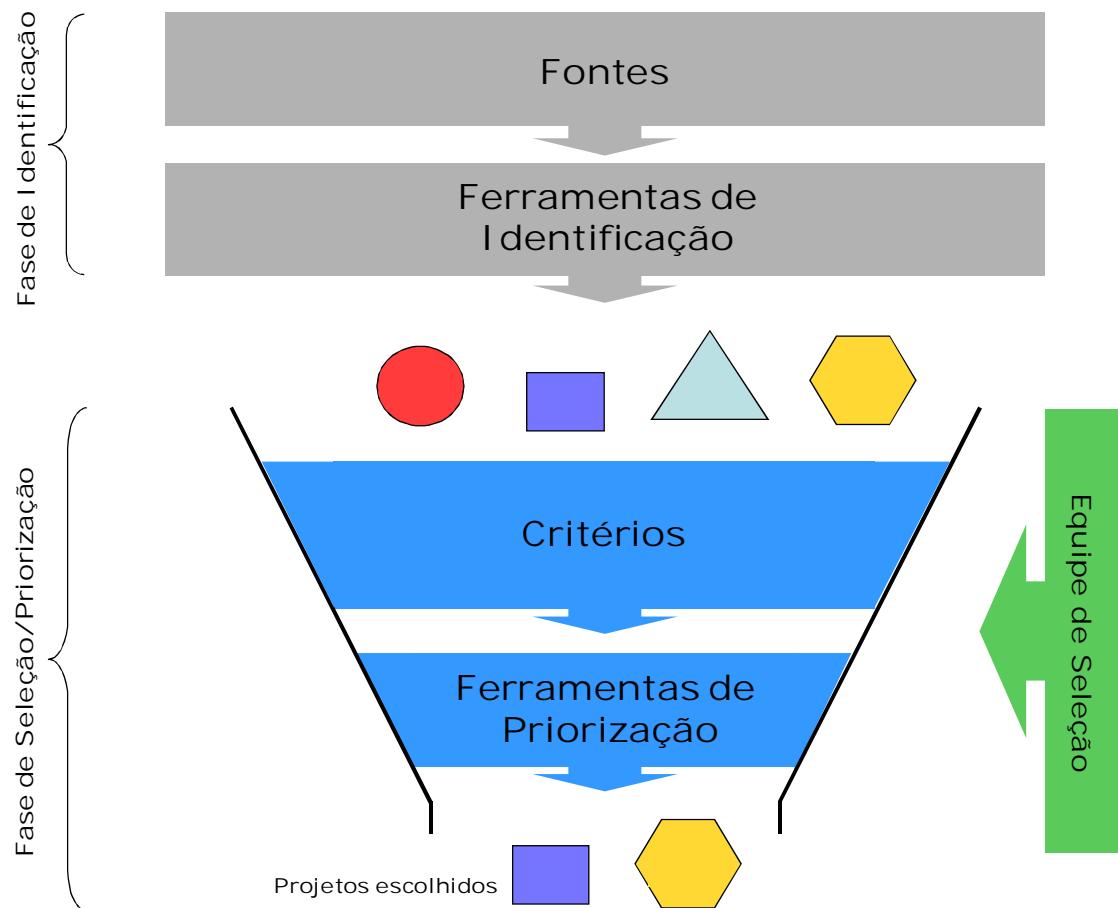


Figura 2 - Estrutura do processo de Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma

Em prol da lógica, os próximos sub-capítulos seguirão a mesma estrutura citada acima, discursando primeiramente sobre a fase de *Identificação de potenciais projetos Seis Sigma* e em seguida sobre a fase de *Seleção/Priorização de projetos Seis Sigma*.

O primeiro (2.2.2) focalizará nas fontes, (ou seja, de onde podem ser obtidas as idéias de projetos), e nas ferramentas usadas para organizar e extraír as informações destas fontes, a fim identificar os projetos potenciais.

O segundo (2.2.3) focará nos critérios utilizados para avaliar a relevância de cada potencial projeto identificado, como também nas ferramentas usadas para de fato priorizar e selecionar esses projetos. Esse último também discursará brevemente sobre a importância da equipe responsável pela avaliação e seleção dos projetos.



Os dois próximos sub-capítulos (2.2.2 e 2.2.3) são adaptações de parte do trabalho de Bagnoli e Belmonte (2008).

2.2.2 Identificação de potenciais projetos Seis Sigma

Este sub-capítulo trata sobre como a companhia pode identificar potenciais projetos Seis Sigma. Como mencionado acima no nosso esquema do processo, a *Identificação de projetos* tem dois principais parâmetros, que serão apresentados aqui seqüencialmente. A primeira parte (2.2.2.1) discursa sobre as principais fontes de informação e suas respectivas importâncias. A segunda parte (2.2.2.2) descreve as principais ferramentas usadas pelas companhias para obter dados e idéias destas fontes, identificando assim os projetos potenciais.

2.2.2.1 Fontes

Há muitas fontes que uma companhia pode usar a fim de procurar por potenciais projetos Seis Sigma. As mais óbvias são os *stakeholders* de um processo. Thomsett (2005) descreve um *stakeholder* como qualquer indivíduo que é afetado pelas mudanças no processo, seja ele cliente, empregado ou fornecedor, por exemplo. Adams (2003) inclui quatro outras fontes das quais procurar potenciais projetos Seis Sigma: desenvolvimentos em tecnologia, extensão de outros projetos Seis Sigma, *benchmarking* com outras companhias e desperdício. Usando os autores citados acima e uma lista adaptada usada por Banuelas et al. (2006), as fontes principais que uma companhia pode usar ao procurar por potenciais projetos Seis Sigma são enumeradas a seguir:

- i) *Clientes*
- ii) *Funcionários*
- iii) *Fornecedores*
- iv) *Desenvolvimentos tecnológicos*
- v) *Extensão de projetos anteriores*
- vi) *Benchmarking contra outras companhias*
- vii) *Redução de desperdícios*

A importância de usar cada fonte será explicada de maneira sucinta nos itens seguintes.

i) *Clientes*

Satisfazer o cliente é essencial para toda empresa. Se os clientes não estão satisfeitos, a companhia quebrará fatalmente. Não importa se a companhia é do setor industrial ou de serviços; se suas transações são principalmente *business to business* ou *business to consumer*, todas as companhias têm clientes e todos os clientes têm exigências.

É comum empresas acharem que já sabem quais são as necessidades dos clientes, mas freqüentemente elas não entenderam realmente as verdadeiras necessidades deles. Então, ouvir ao que muitos autores chamam voz do cliente (VOC – *voice of customer*) pode ser vital.

As exigências dos clientes podem ser muito diversas, variando desde o tempo de entrega, características do produto, até os serviços pós-vendas. Além da diversidade, são normalmente dinâmicas, ou seja, o mesmo cliente (ou segmento de clientes) poderia ter exigências diferentes em períodos diferentes de tempo. Isto torna fundamental o fato de ouvir o VOC continuamente. (THOMSETT, 2005)

Usando uma citação de Jack Welch, antigo CEO de General Electric:

"Os melhores projetos Seis Sigma não começam dentro do negócio, mas fora dele, tentando responder as perguntas: 'Como podemos fazer o cliente mais competitivo? O que é crítico para o sucesso do cliente'? Aprender a resposta a estas perguntas e aprender a prover a solução é o único foco que nós temos que ter."

Também é pertinente a observação de que a VOC pode se referir não só aos clientes finais ou externos de uma empresa, mas também, aos clientes internos de um processo. Em outras palavras, as pessoas à jusante do processo ou até mesmo de outro departamento que pertencem à mesma companhia, também são consideradas clientes. Neste senso, a VOC pode estar mais próximo do que normalmente se pensa.

A próxima fonte apresentada - os funcionários - pode, portanto, ter este papel duplo, como será mais bem explicado a seguir.

ii) *Funcionários*

Os empregados também têm um papel importante na identificação de potenciais projetos Seis Sigma. Alguns empregados têm a vantagem de estar em contato direto com o cliente, como, por exemplo, os vendedores, as pessoas do departamento de marketing e de

call centers, tendo a possibilidade de identificar assim de perto as frustrações, reações e necessidades dos clientes.

No mais, um projeto Seis Sigma não só pode ser aplicado à interação final entre companhia e cliente, mas também em qualquer lugar ao longo da linha de produção. Isto torna possível para que todos os empregados contribuam com idéias de projeto.

Enquanto a alta gerência tem uma visão mais sistêmica do processo, o funcionário é mais íntimo ao nível operacional, por conseguinte ele tem a capacidade de observar o processo de uma maneira mais detalhada. Isto é útil considerando que muitos projetos de melhoria podem surgir deste contato direto e próximo com o processo. (ADAMS et al., 2003)

Além do mais, como Thomsett (2005) enfatiza ao longo de todo seu livro, e como foi mencionado antes, o empregado pode ser visto como um cliente de outro departamento ou processo dentro da companhia, de modo que, satisfazer as expectativas e necessidades dele, pode, consequentemente, ser igualmente importante a satisfazer as necessidades de um cliente externo.

Por último, mas certamente não menos importante, a motivação para usar os empregados como uma fonte de identificação de projetos pode ser intimamente ligada a um princípio conhecido da metodologia Seis Sigma - a participação e envolvimento das pessoas.

O simples fato de pedir aos empregados de contribuírem com as suas próprias idéias de projetos potenciais ou o simplesmente ouvir o que eles têm a dizer é já, por si só, um modo de envolver as pessoas.

Portanto, usar os empregados como uma fonte para identificação de projetos pode não só ser razoável porque eles poderiam ser os clientes internos ou porque eles têm uma visão mais direta e constante dos processos, mas também porque está de acordo com outros CSFs da metodologia Seis Sigma, como a motivação e o envolvimento. "O Seis Sigma é sobre o envolvimento total do empregado." (LARSON, 2003)

iii) Fornecedores

Evidentemente, a qualidade dos produtos é influenciada diretamente pela qualidade das matérias primas. Logo, os fornecedores têm um papel relevante como fonte na identificação de projetos Seis Sigma. O fornecedor deveria ser visto como um sócio de longo prazo com quem a companhia deveria trabalhar para buscar melhorias e economias. (BRUE, 2002)

iv) Desenvolvimentos tecnológicos

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, surgem técnicas e possibilidades novas que antes não seriam possíveis. Criam-se assim oportunidades inéditas e paradigmas diferentes dos anteriores e assim, também, possivelmente pontos de melhora nos processos, que antes não caberiam.

Estar atento às mudanças pode ser crucial para identificar potenciais projetos Seis Sigma, principalmente nas últimas décadas, devido à aceleração no processo de avanços tecnológicos e ao aumento do fluxo de informação, em quantidade e velocidade.

v) Extensão de projetos anteriores

O processo de melhoria da qualidade é um processo dinâmico. Não basta fazer um projeto de melhoria uma vez para que os problemas fiquem resolvidos para sempre. É muito provável que se melhore o nível da qualidade depois de realizar um projeto, mas também é muito provável que se identifiquem outras oportunidades de melhoria. Logo, outra fonte de idéias de potenciais projetos Seis Sigma são os próprios projetos anteriores. (ADAMS et al., 2003)

Algo que pode acontecer, é que, ao se melhorar um dos processos da linha de produção, outro processo da mesma linha pode se tornar o novo gargalo. Logo, seria necessário fazer um novo projeto Seis Sigma para eliminar este gargalo, e assim sucessivamente com os futuros gargalos.

vi) Benchmarking contra outras companhias

Um *benchmarking* serve a identificar diferenças entre empresas e como elas realizam processos. Se um competidor ou empresa que realiza um processo parecido, ou mesmo que use um processo diferente para um mesmo fim, consegue fazê-lo de forma mais eficiente, esta pode ser uma importante fonte de projeto Seis Sigma.

Através de uma comparação perspicaz, pode-se potencialmente identificar onde se está errando, onde há um fraco desempenho e, portanto onde se pode melhorar.

vii) Redução de desperdícios

O desperdício está presente virtualmente em todas as companhias, corroendo a rentabilidade das mesmas. Na manufatura, *outputs* que não conformam com as especificações do cliente têm de ser reprocessados ou virar desperdício; em serviços, se um empregado, por exemplo, tiver que preencher cinco cópias diferentes do mesmo formulário, quando apenas



um formulário on-line teria sido suficiente, ele está desperdiçando tempo precioso que poderia evidentemente ter sido mais usado de forma mais rentável. Estes são dois simples exemplos que mostram como o desperdício é relacionado de perto com a qualidade e a rentabilidade, e que deveria ser usado como uma fonte para potenciais projetos Seis Sigma.

George (2003) identifica algumas formas principais nas quais o desperdício pode ser encontrado. São exemplos: extra processamento, transporte desnecessário, tempo de espera, defeito e superprodução. Embora o autor trate de desperdício no ambiente industrial, estes tipos de desperdício podem ser facilmente adaptados para o caso de serviços:

2.2.2.2 Ferramentas para a identificação de projetos Seis Sigma

As ferramentas para a identificação de projetos Seis Sigma são as técnicas usadas para extrair das fontes as idéias de projetos. Por exemplo, se o empregado não for entrevistado ou ouvido de algum modo, ele nunca poderá servir como uma fonte de idéias (por mais potencial que tenha).

A lista aqui apresentada se baseará principalmente nos resultados da pesquisa feita por Banuelas et al., (2006), que dentre outras coisas, obteve as ferramentas mais usadas pelas companhias no Reino Unido, para este escopo. A próxima figura resume tais resultados:

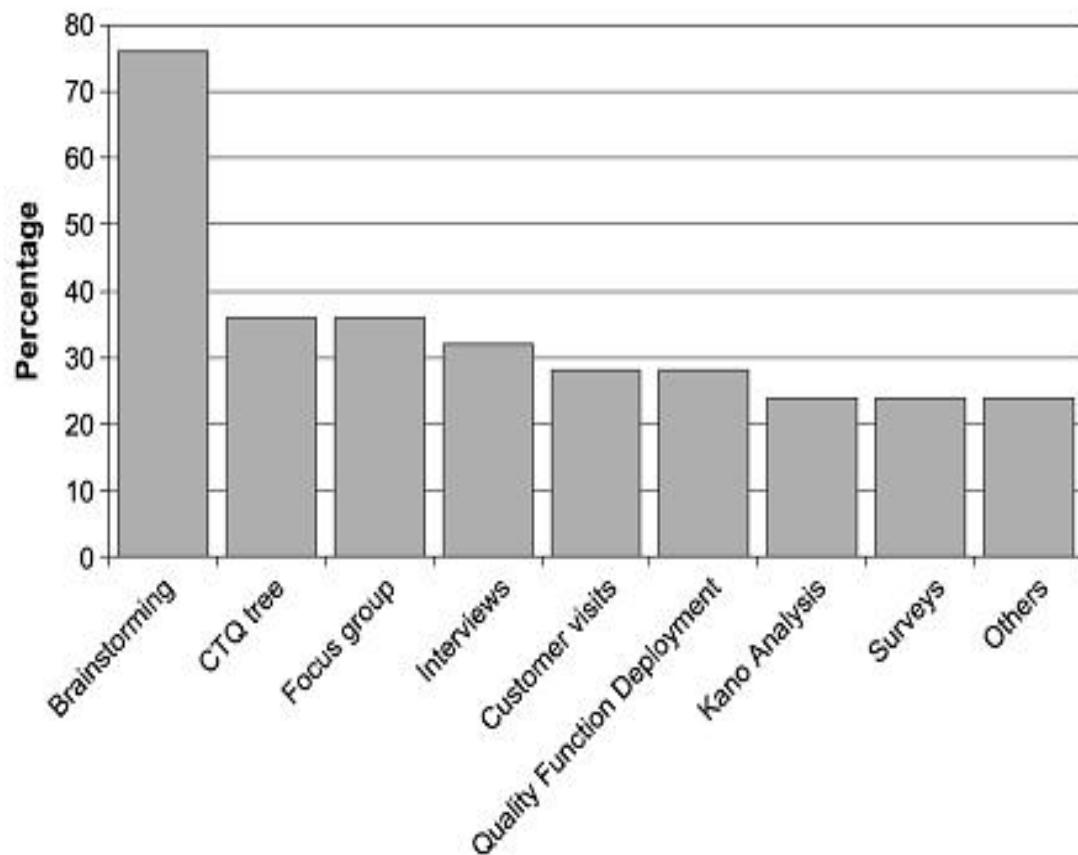


Figura 3 -Ferramentas de Identificação. Fonte: BANUELAS et al.; 2006

Ao realizar uma pesquisa extensa da literatura, durante este trabalho foi possível listar quais são as ferramentas mais citadas nos principais livros. Os resultados são mostrados na tabela a seguir:

| | Larson (2003) | Smith et al (2002) | Eckes (2003) | Shina (2002) | Brue (2002) | Basu (2003) | Pzydek (2003) | George (2003) |
|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Brainstorming | X | X | X | X | X | X | | X |
| Árvore CTO | | | | X | | X | | |
| Focus groups | | | X | | | X | | X |
| Entrevistas | X | X | X | X | X | | X | X |
| QFD | | | | | X | | X | X |
| Análise de Kano | | | | X | | | | X |
| Pesquisas | X | X | X | X | X | | X | X |
| Diagrama de Ishikawa | X | | | | | X | X | |
| Fluxograma | X | X | | | X | | X | X |

Figura 4 - Revisão da literatura : ferramentas de identificação

Acrescentou-se então à lista obtida por Banuelas(2006) as ferramentas: *Diagrama de causa e efeito* e o *Fluxograma*, devido à menção freqüente destas na literatura em geral. Além disso, subtraiu-se da lista original a ferramenta *Customers visits*, julgando que esta já era considerada dentro de *VOC* e *Pesquisas*.

Assim, as ferramentas de identificação de projetos que serão consideradas neste trabalho são:

- i) *Brainstorming*
- ii) *Árvore CTQ (critical to quality)*
- iii) *Focus group*
- iv) *Entrevistas*
- v) *Pesquisas*
- vi) *Desdobramento da função qualidade (QFD)*
- vii) *Análise de Kano*
- viii) *Diagrama de Causa e Efeito*
- ix) *Fluxograma*

i) *Brainstorming*

O método de *brainstorming*, de autoria de Alex Osborn, foi, e é, por este e por seus seguidores, muito utilizada, principalmente em áreas de relações humanas, publicidade e propaganda.

Dentre diversos outros métodos, a técnica de *brainstorming* propõe que um grupo de pessoas - de uma até dez pessoas - se reúna e se utilize das diferenças em seus pensamentos e idéias para que possam chegar a um denominador comum eficaz e com qualidade, gerando assim idéias inovadoras que levem o projeto adiante.

É preferível que as pessoas que se envolvam nesse método sejam de setores e competências diferentes, pois suas experiências diversas podem colaborar com a "tempestade de idéias" que se forma ao longo do processo de sugestões e discussões. O que se deseja é criar uma lista grande de idéias. Nenhuma idéia é descartada ou julgada como errada ou absurda.

ii) *Árvore de CTQ*

A *árvore CTQ* (Critical to Quality) é uma ferramenta muito útil para traduzir as necessidades do cliente em especificações técnicas mais tangíveis dos produtos e serviços. A

árvore *CTQ* nada mais é do que uma representação gráfica das expectativas e requerimentos do cliente, as quais são “quebradas” até se atingir o que poderia ser melhorado nos produtos e serviços. É uma ferramenta simples e fácil de usar que pode ser usada para entender a voz da cliente. (THOMSETT, 2005)

Segue um exemplo de uma árvore *CTQ* para melhor compreensão:

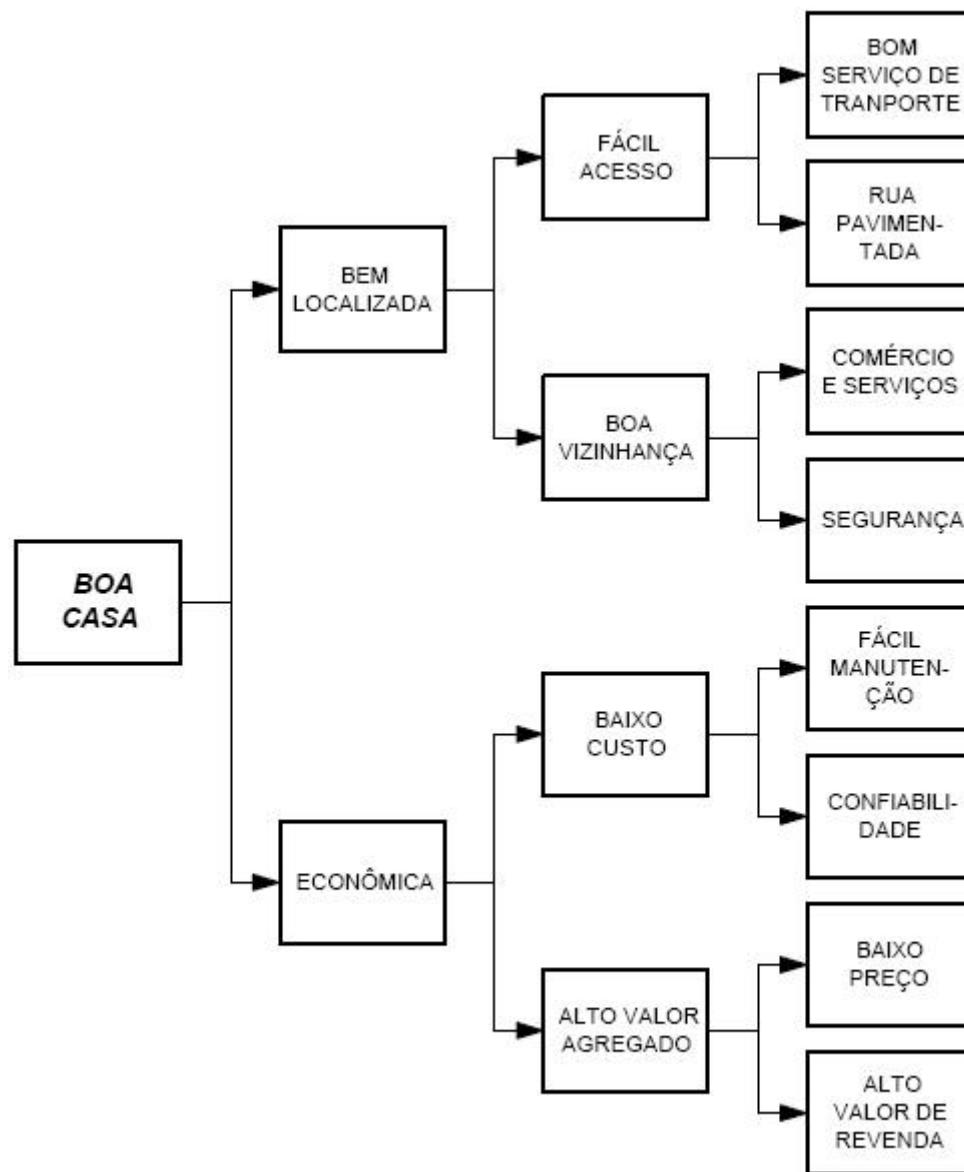


Figura 5 - árvore *CTQ*, um exemplo

Fonte : material de aula, Prof. Alberto W. Ramos – POLI /USP

iii) *Focus Group*

O focus group é outra ferramenta que pode ser usada para colher informações das fontes. De acordo com Pyzdek(2003), o *focus group* é um tipo especial de grupo em termos de propósito, tamanho, composição e procedimentos. Normalmente é composto por sete a dez participantes, que não se conhecem uns aos outros. Estes participantes são selecionados por possuírem certas características em comum em relação ao tópico abordado pelo *focus group*.

Pyzdek(2003) também menciona que é importante criar um ambiente descontraído que encoraje diferentes percepções e pontos de vista, sem que os participantes se sintam pressionados. A discussão de grupo é administrada várias vezes com participantes de características semelhantes de forma a identificar tendências e padrões nas percepções. Análises cuidadosas e sistemáticas das discussões fornecem pistas e percepções de como um produto, serviço, ou oportunidade são percebidas.

Logo, um *focus group* pode ser definido como uma discussão cuidadosamente planejada para se obter percepções sobre certo argumento em um ambiente permissivo e não-ameaçador. A discussão é relaxada, confortável, e, freqüentemente, agradável para participantes que compartilham suas idéias e percepções. Além disso, existe uma dinâmica na qual os participantes influenciam um ao outro através de comentários e idéias na discussão.

A vantagem deste método é que os participantes estimulam um ao outro, similarmente ao que acontece no *brainstorming*, gerando uma quantidade de comentários que não surgiriam através de entrevistas individuais. Caso seja necessário, o mediador pode sondar por informações adicionais ou eventuais clarificações. Além disso, a informação é obtida através das próprias palavras dos participantes, ao invés de ser em jargão estatístico, e pode ser obtida a um custo relativamente baixo e rapidamente.

Porém, há um menor controle da situação quando se trabalha com um grupo ao invés de entrevistas individuais, e freqüentemente é difícil de analisar o diálogo resultante. Além disso, a qualidade dos dados obtidos com o *focus group* depende fortemente das qualificações do mediador. Por último, pode haver muita variação entre as respostas fornecidas por grupos diferentes.

iv) Entrevistas

O uso de entrevistas não requer muita explicação. A companhia pode decidir entrevistar os fornecedores, clientes ou empregados na busca por potenciais projetos Seis Sigma. Em uma entrevista existe a possibilidade de se fazer perguntas complexas e de se obter uma vasta gama de informação.

A principal vantagem das entrevistas deriva da interação direta com os *stakeholders* do processo (clientes, fornecedores, empregado, etc.). Tal proximidade aumenta muito a capacidade de se obter informações extras e de compreendê-las melhor.

A principal desvantagem é que para se realizar uma série de entrevistas geralmente são requeridos muitos recursos (principalmente tempo e dinheiro), tornando-a difícil de ser aplicada.

v) *Pesquisas*

Esta é ainda outra ferramenta capaz de capturar a voz do cliente (VOC). Enquanto as entrevistas podem ser usadas para obter informações mais complexas e qualitativas, o objetivo da pesquisa é obter um maior volume de dados quantitativos. Uma pesquisa normalmente consiste em um questionário bem estruturado e padronizado que pode ter questões abertas ou fechadas, de múltiplas escolhas. O questionário deve ser estruturado de tal modo que uma pergunta não influencie a resposta de perguntas subsequentes; além disso, deve ser padronizado para assegurar a sua confiabilidade e validade. Todas as questões devem ser perguntadas a todos os respondentes e sempre seguindo a mesma ordem.

Algumas das vantagens de aplicar uma pesquisa são: o baixo custo de administração, a facilidade para coletar informações de amostras grandes, e, já que é padronizada, a possibilidade de fazer uma análise dos resultados através de métodos estatísticos.

Por outro lado, uma pesquisa pode apresentar as seguintes desvantagens: baixo índice de resposta; dependência da motivação, honestidade, memória e habilidade para responder do indivíduo; respostas incompletas; e risco de respostas tendenciosas.

vi) *Desdobramento da função Qualidade (QFD)*

“O QFD (*quality function deployment* ou desdobramento da função qualidade) nasceu como uma evolução natural dos sistemas de qualidade no Japão, na medida em que seus especialistas procuravam desdobrar as características de qualidade de um produto por entre as funções que contribuíam para a qualidade da empresa, com o objetivo de garantir a qualidade do produto já na fase de projeto.” (WIKIPEDIA)

Na sociedade atual, onde há um crescente distanciamento entre produtores e consumidores, o QFD é uma ferramenta que ajuda a ligar as necessidades do cliente às funções de design, desenvolvimento, engenharia, manufatura e serviço de uma empresa produtora.

Isto porque o QFD é um instrumento que toma a voz do cliente VOC e usa as informações obtidas para guiar como devem ser as características e especificações do produto desenvolvido.

Quando completo, o QFD monta-se em uma estrutura de matrizes, que lembram uma casa e por isso são conhecidas como Casas da Qualidade. Geralmente há necessidades do cliente, considerações de design e alternativas de design em uma matriz tridimensional a qual se pode designar pontos e pesos, de acordo com as informações coletadas do mercado.

Abaixo segue um exemplo de como parece uma Casa da Qualidade do QFD:

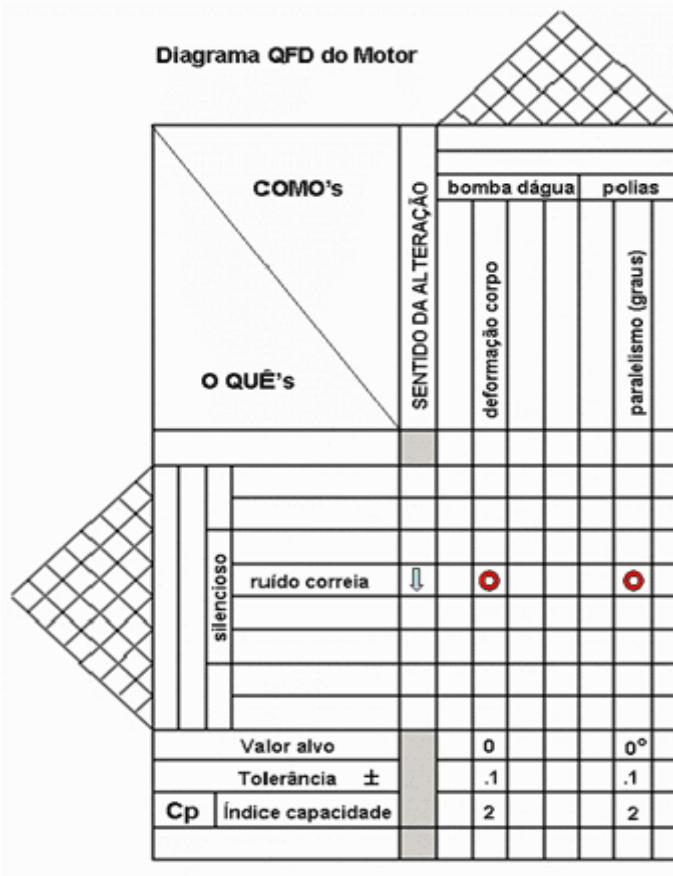


Figura 6 - QFD, um exemplo

vii) Análise de Kano

A *Análise de Kano* é uma ferramenta usada para priorizar as exigências de cliente baseando-se no impacto das mesmas na satisfação do próprio cliente. Foi desenvolvido nos anos 80 pelo Professor Noriaki Kano e se baseia no conceito de satisfação de cliente. Ela fornece um ranking que distingue atributos considerados essenciais ou diferenciados. O modelo é um modo poderoso de visualizar e classificar as características de um produto, estimulando também um debate dentro da equipe de *design*.



Pode ser usado classificar e identificar diferentes segmentações de clientes de acordo com as respectivas prioridades e necessidades, ajudando focalizar nos atributos mais adequados dos produtos/serviços a serem melhorados.

Essencialmente, no Modelo de Kano, os atributos dos produtos/serviços podem ser classificados em:

- **Atributos Básicos/limiares**

Atributos que devem estar presentes para que o produto tenha êxito, os quais podem ser visto como um 'preço de entrada'. Porém, o cliente permanecerá neutro em relação ao produto caso tais atributos sejam executados de forma melhor.

- **Atributos unidimensionais (Desempenho/Linear)**

Tais atributos são diretamente correlacionados à satisfação do cliente. Um aumento da funcionalidade ou da qualidade destes atributos resultará em um aumento da satisfação do cliente. Reciprocamente, uma diminuição da funcionalidade/qualidade destes atributos resultará em um maior descontentamento.

- **Atributos atraentes (Excitors / Delighters)**

Os clientes têm uma grande satisfação devido a certa característica e estão dispostos a pagar um prêmio no preço. Porém, a satisfação não diminuirá (abaixo do neutro) se o produto não apresentar tal característica. Tais características são freqüentemente inesperadas pelos clientes e podem ser difíceis de serem evidenciadas como necessidades durante o *design* do produto/serviço. Às vezes, são chamadas de necessidades desconhecidas ou latentes.

Uma ilustração desta análise pode ser vista próxima figura:

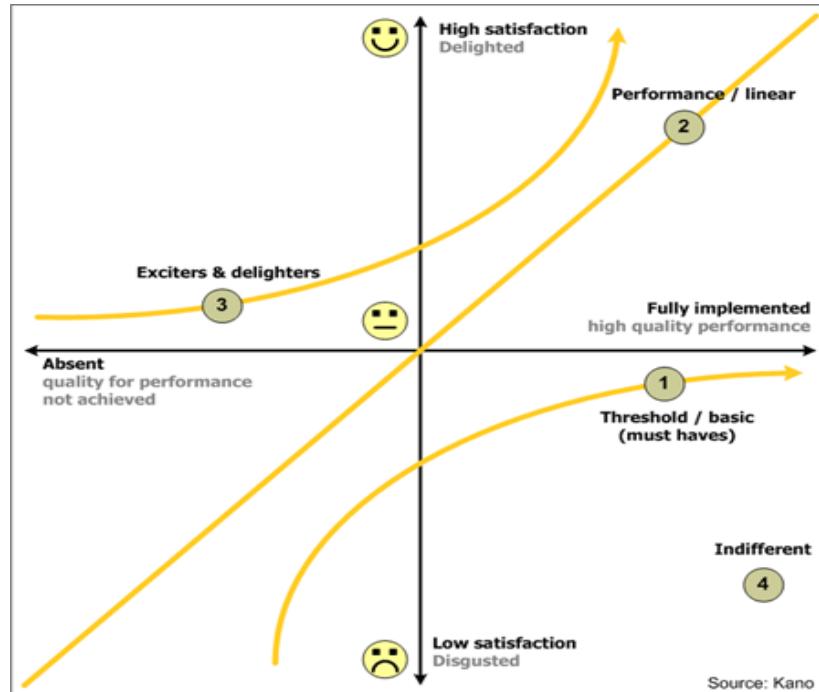


Figura 7 - KANO, um exemplo

De acordo com os professores Cris Van den Hover (da Universidade de Cambridge) e Keith Goven (da Universidade de Cranfield), conforme foi declarado durante uma conferência em Veneza em 2007, a satisfação do cliente é determinada como um resultado direto da soma do nível destes três tipos de satisfação/atributos.

O modelo traz pontos positivos claros, a partir do fato de atribuir mais de uma dimensão à satisfação total do cliente (diferentemente de como é normalmente feito), e reconhecer que eles se comportam diferentemente. Emparelhar isto com a compreensão das diferentes segmentações dos clientes, suas específicas respostas e prioridades para os diferentes atributos, é um passo adiante para poder priorizar e identificar os assuntos a serem melhorados.

Porém, como todo modelo, traz também lados negativos. Entre os mais pertinentes, há a dificuldade de escolher ou poder identificar as características do produto/serviço a serem classificados nos diferentes tipos de atributos do modelo. Por exemplo, pode-se esquecer de indagar sobre uma característica importante para o cliente em seu questionário, a qual ainda não tenha sido identificada.

viii) Diagrama de Causa e Efeito

O *Diagrama de Ishikawa*, também conhecido como "*Diagrama de Causa e Efeito* (C&E)" ou "*Espinha-de-peixe*", é uma ferramenta gráfica utilizada para o Gerenciamento

e o Controle da Qualidade (CQ) em processos diversos. Foi originalmente proposto pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa em 1943 e aperfeiçoado nos anos seguintes.

Este diagrama lembra uma espinha de peixe (ver abaixo), onde a ponta do eixo central (cabeça do peixe) representa o “efeito” e as espinhas as “causas”.

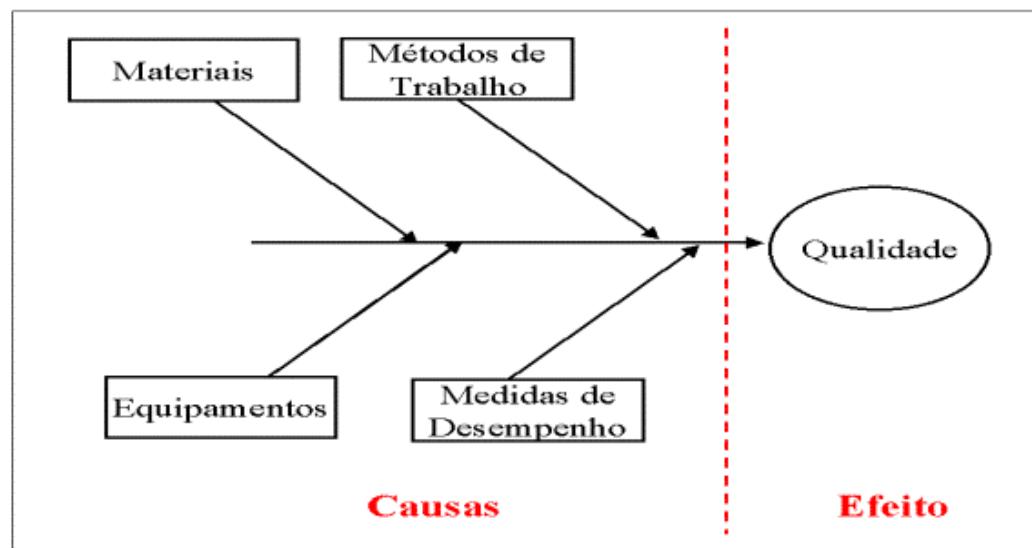


Figura 8 – Diagrama de C&E , um exemplo

Geralmente as espinhas ou causas possíveis são conhecidas por “6M”, pois a maioria dos problemas podem ser classificados como sendo de seis tipos diferentes:

- Método
- Matéria-prima
- Mão-de-obra
- Máquinas
- Medição
- Meio ambiente

Este sistema permite estruturar hierarquicamente as causas de determinado problema ou oportunidade de melhoria, bem como seus efeitos sobre a qualidade dos produtos. Permite também estruturar qualquer sistema que necessite de resposta de forma gráfica e sintética (melhor visualização).

ix) *Fluxograma*

“Fluxograma é um tipo de diagrama, e pode ser entendido como uma representação esquemática de um processo, muitas vezes feito através de gráficos que ilustram de forma descomplicada a transição de informações entre os elementos que o compõem. Podemos entendê-lo, na prática, como a documentação dos passos necessários para a execução de um processo qualquer. É uma das Sete Ferramentas da Qualidade. Muito utilizada em fábricas e indústrias para a organização de produtos e processos.” (WIKIPEDIA)

Segue um exemplo de fluxograma de um processo de um software:

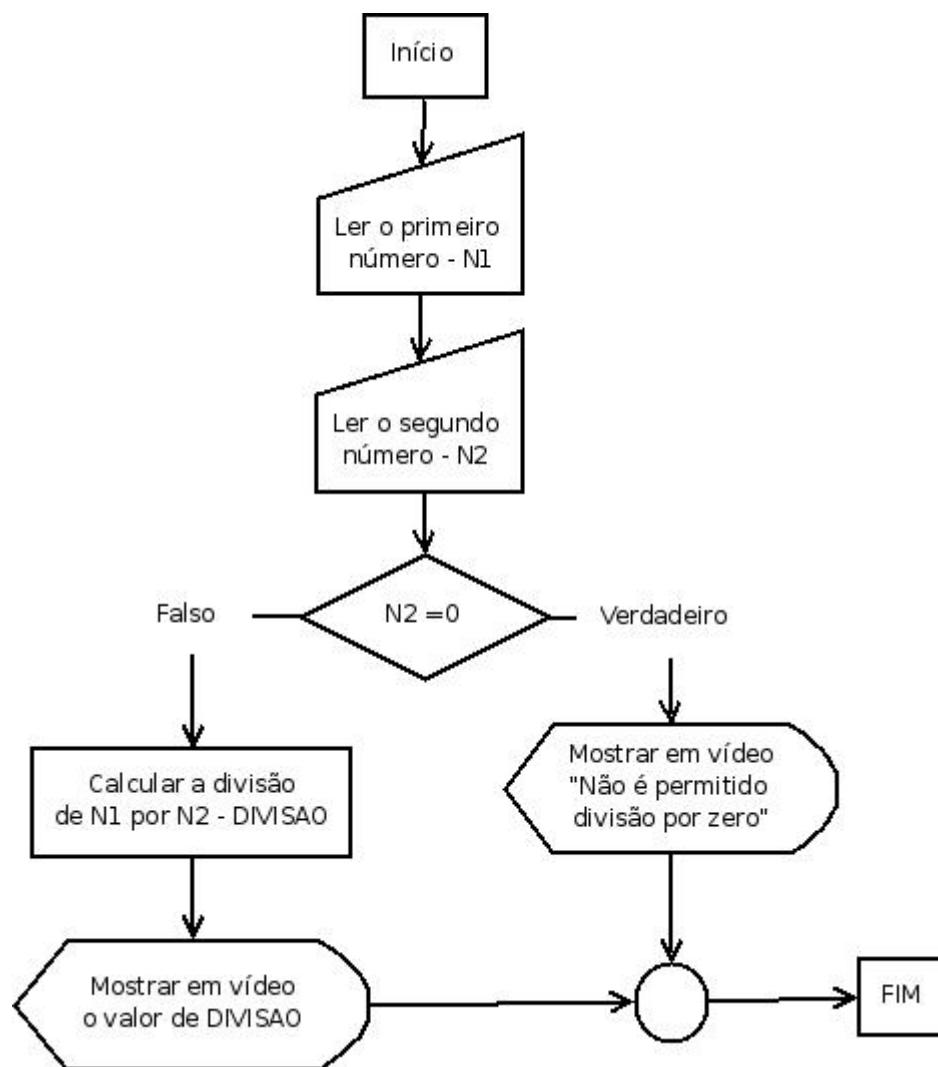


Figura 9 - Fluxograma, um exemplo

2.2.3 Priorização/Seleção de projetos Seis Sigma

Agora que já foi exposto como as companhias podem identificar potenciais projetos Seis Sigma, se procederá com a explicação de como é feita a priorização e seleção destes projetos. Este sub-capítulo é dividido em três partes principais. A primeira (2.2.3.1) consiste em uma breve descrição dos principais critérios usados para avaliar e classificar os projetos, dependendo das diretrizes da companhia. Uma vez definidos os critérios de seleção, explica-se (em 2.2.3.2), um pouco mais detalhadamente, as ferramentas usadas para priorizar e selecionar projetos. A terceira e última parte (2.2.3.3) comenta a importância da equipe de seleção e das pessoas responsáveis pela decisão de qual projeto executar.

2.2.3.1 Critérios

Os critérios usados para avaliar os potenciais projetos Seis Sigma são diretamente relacionados aos objetivos da companhia. São as diretrizes usadas pela companhia para focalizar nas suas necessidades e metas. De acordo com Brue (2002), os critérios usados na seleção de projetos devem ser alinhados aos principais objetivos da empresa. Também como declarado por Smith et al. (2002) a identificação e o ranqueamento das prioridades e estratégias da empresa ajudam a estabelecer uma conexão entre os líderes da organização em torno de um conjunto comum de metas.

Só depois que os critérios tenham sido bem definidos é que os potenciais projetos podem ser priorizados. Espera-se que companhias diferentes escolham critérios diferentes, e, mesmo que por acaso escolham critérios semelhantes, cada companhia provavelmente irá pesá-los diferentemente.

Embora haja uma grande quantidade de possíveis critérios para serem escolhidos pelas companhias, de acordo com a pesquisa realizada por Banuelas et al. (2006) os principais critérios podem ser agrupados na seguinte lista:

- Impacto no cliente
- Impacto financeiro
- Empenho da alta administração
- Mensurável e Factível
- Aprendizagem e crescimento
- Conectado à estratégia e competência da empresa

Esta lista foi baseada em uma vasta revisão literária (como pode ser visto na tabela abaixo) feita por Banuelas, na qual principais critérios encontrados foram agrupados nas categorias citadas.

| Critérios Críticos | Harry and Schroeder (2000) | Pande et al. (2000) | Snee (2001) | Goldstein (2001) | Breyfoglie et al. (2001) | Pyzdek (2000, 2003) | Lynch and Soloy (2003) | Antony (2004) |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------|------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|---------------|
| Impacto no cliente | X | X | | | X | X | X | X |
| Impacto financeiro | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Empenho da alta administração | | | X | | | | | |
| Mensurável e factível | X | X | X | X | X | X | X | |
| Aprendizagem e crescimento | | | X | | | | | X |
| Conectado à estratégia empresarial | X | X | X | | X | X | | X |

Figura 10 - Análise bibliográfica, critérios (de: BANUELAS et al.,2006)

Para aprofundar a pesquisa feita por Banuelas, buscaram-se em diferentes fontes da literatura outros possíveis critérios. Assim, foram considerados pertinentes dois outros critérios para esta lista.

O primeiro é *motivação* dos funcionários. Isto foi levado em consideração pois, como mencionado antes, um dos principais CSF do Seis Sigma é justamente a mudança cultural e o envolvimento das pessoas, os quais são estreitamente conectados à motivação do pessoal.

O segundo critério acrescentado à lista é o tempo até se obterem resultados, no sentido que uma companhia favorecerá um projeto que mostra resultados mais rapidamente a outros. Este é o principal critério de acordo com Smith (2002). Os resultados, neste caso, não são necessariamente financeiros, podem ser associados a quaisquer um dos outros critérios. Por exemplo, o tempo esperado até que o cliente reconheça os benefícios.

Este é um critério importante que pode ser usado para analisar se as companhias preferem um projeto com um resultado mais rápido, com um impacto menor, a um projeto que demora mais tempo para amadurecer, mas que tenha um impacto mais significativo nos resultados globais. Smith (2002) sugere que este critério é mais importante para companhias nas fases iniciais de implementação do Seis Sigma, pois precisam mostrar aos funcionários que este método funciona e, dessa forma, aumentar o impulso/motivação para os futuros projetos.

Porém, neste trabalho foi decidido usar dois sub-critérios que derivam deste critério maior, mais especificamente: *tempo de retorno* e *duração do projeto*. Existe uma relação entre eles, no entanto *tempo de retorno* concentra-se principalmente em resultados financeiros; enquanto que o segundo (*duração do projeto*) leva mais em consideração a restrição de tempo e pode, de certo modo, se sobrepor (na hipótese que um projeto traz resultados quando termina) com o critério original achado na literatura (*tempo até resultados*).

2.2.3.2 Ferramentas de priorização e seleção de projetos Seis Sigma

Tendo evidenciado os principais critérios usados para avaliação de projetos, procede-se com a descrição das principais ferramentas que podem ser usadas para priorizar e definir, com base nesses critérios definidos, os projetos que terão o maior impacto na companhia. Novamente, a lista seguinte foi baseada principalmente em uma pesquisa semelhante feita por Banuelas et al. (2006) no Reino Unido:

- i) Análise de Pareto
- ii) Análise de custo e benefício (*CBA*)
- iii) Matriz de causa e efeito
- iv) Consenso de grupo e técnicas de votação
- v) Índice de prioridade de Pareto (*Pareto priority index - PPI*)
- vi) Teoria das restrições (*Theory of Constraints - TOC*)
- vii) Modelos não-numéricos
- viii) Processo Analítico de Hierarquia (*AHP*)

i) Análise de Pareto

Baseado na regra “80/20”, enunciada por Vilfredo Pareto, economista italiano do século XIX que observou que 80% da riqueza estava concentrada em 20% da população e constatou que esta proporção se repetia com precisão matemática quando aplicada a outros tipos de situações.

A *Análise de Pareto* é um método simples para separar as principais causas de um problema eliminando as secundárias. Ajuda a identificar, atribuir prioridades e a concentrar recursos onde são mais necessários.

“Em termos gráficos, ajuda a visualizar a importância relativa das causas ou outras condições. O diagrama de Pareto é um instrumento muito simples e muito poderoso.

O diagrama de Pareto é um gráfico de barras, dispostas ordenadamente, que indica a causa do que está sendo investigado. Os dados são classificados e ordenados por freqüência de ocorrência em barras em ordem decrescente no eixo x. Uma segunda curva é feita com a soma acumulada dos valores, em percentagem. O objetivo desta curva é a identificação dos problemas que deverão ser tratados em primeiro lugar e quantificar a solução.

É usado para detectar a maior concentração de potenciais melhoramentos da qualidade no menor número de remédios possíveis.” *

Um exemplo de diagrama de Pareto segue abaixo:

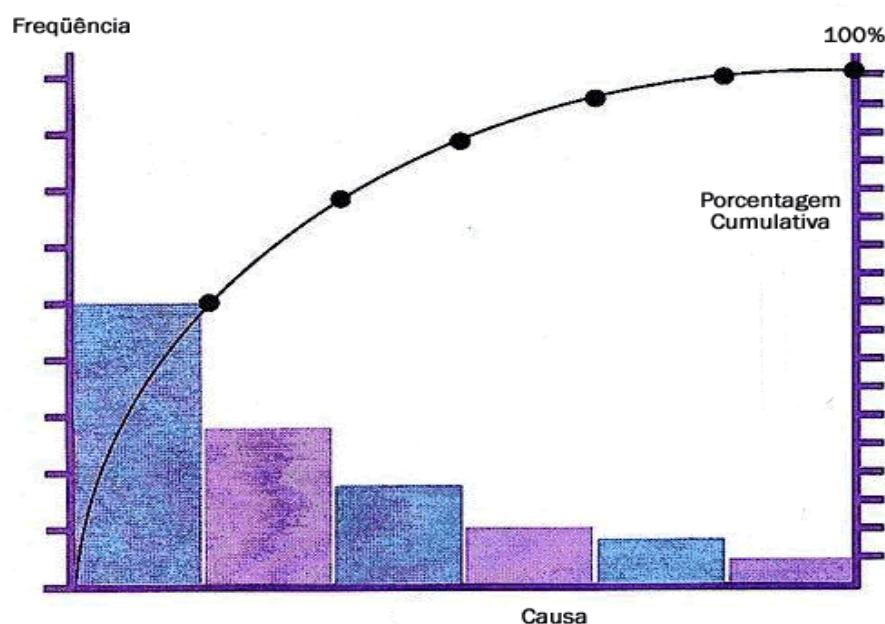


Figura 11 - Diagrama de Pareto, um exemplo

ii) Análise de custo-benefício (*Cost-benefit analysis - CBA*)

“*Análise de custo-benefício* é um termo que se refere a um método formal usado para medir o impacto financeiro de um projeto ou de uma proposta. Tal método pesa o total esperado dos custos contra o total esperado dos ganhos de uma ou mais opções para se escolher aquela que se mostra mais lucrativa.

A *CBA* é freqüentemente usada como um modo para medir “gastos iniciais e contínuos vs. o retorno esperado”. Obviamente, deve-se usar uma taxa de desconto adequada para atualizar os valores futuros ao presente de forma a permitir uma correta comparação.” (WATKINS, não datado)

*fonte:

<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Node/8639/Tecnicas.html>

Geralmente quando se faz uma *CBA* são considerados principalmente os impactos financeiros de um projeto, no entanto, valores monetários também podem ser atribuídos a efeitos/impactos menos tangíveis. Por exemplo, os diversos riscos que podem influir no projeto, perda da reputação da empresa, perda de *market share*, entre outros efeitos.

A vantagem da *CBA* é que permite aos planejadores de "colocar todas as despesas e benefícios em um período temporal comum", ajudando-os a tomar decisões mais fundamentadas. Além disso, permite às pessoas terem uma maior compreensão dos custos econômicos das decisões; possibilitando, dessa forma, a argumentação a favor ou contra de um projeto baseando-se nas considerações econômicas.

Algumas das dificuldades encontradas na aplicação da *CBA* é que existem efeitos que são difíceis de serem medidos, e que a *CBA* é altamente dependente em previsões, ou seja, existe alto grau de incerteza.

De acordo com a pesquisa realizada, pouco ou quase nenhuma importância é dada para a *CBA* na literatura. No entanto, através de questionários e entrevistas com as empresas, foi verificado que praticamente todas as empresas utilizam esta ferramenta na seleção de projetos Seis Sigma. Isto foi verificado também na pesquisa realizada por Banuelas et al. (2006) no Reino Unido, aparecendo como a ferramenta mais usada pelas empresas, justificando sua menção aqui neste trabalho.

Mesmo assim, como foi apenas mencionado, não é mostrada formalmente ou explicitamente nos livros sobre Seis Sigma.

iii) Matriz de Causa e Efeito

Não deve ser confundida com o *Diagrama de causa e efeito*! A *Matriz de C&E* é uma ferramenta que serve para priorizar as causas potenciais identificadas depois de aplicado um *Diagrama de causa e efeito* ou uma Árvore *CTQ*.

As características críticas para a qualidade (*CTQ*) são listadas ao longo do topo da matriz, enquanto que as causas potenciais são listadas verticalmente ao longo do lado esquerdo da matriz. Em seguida, as *CTQ* são ranqueadas de acordo com a sua importância e se verifica o grau de relação existente entre as causas e os efeitos, que neste caso são as *CTQ*. Por último, se faz uma contagem dos valores de cada fileira de forma a verificar qual é a principal causa entre aquelas apontadas.

Os esforços de melhoria devem, então, se focalizar nas causas com a maior pontuação, ou pelo menos em devem ser alvo de uma análise adicional, já que são as causas que tem o maior impacto nas *CTQs*.

As principais vantagens de usar uma *matriz de C&E* são: o modo racional de levar em conta a opinião do grupo, relacionando as CTQ com as causas, a possibilidade de usar a própria matriz para comunicar e justificar as decisões/resultados, e, obviamente, a sua simplicidade.

O principal ponto fraco desta ferramenta reside na sua subjetividade, já que todas as pontuações e os pesos das relações são determinados pelos indivíduos do grupo e não se baseiam necessariamente em dados mensuráveis.

Assim como a *Análise de custo-benefício*, a *Matriz de C&E* aparece freqüentemente como uma das ferramentas mais usadas por empresas na priorização de projetos Seis Sigma, de acordo com Banuelas et al. (2006). Também é citado com freqüência em fóruns sobre Seis Sigma na internet; neste caso, no entanto, com muitas dúvidas e geralmente é definida de forma incorreta. Isto talvez seja devido ao fato de que exemplos concretos e materiais relativos a esta ferramenta sejam quase nulos ou inexistentes, conforme foi percebido durante a vasta análise da literatura.

iv) Consenso de grupo e técnicas de votação

O consenso de grupo baseia-se em discussões organizadas das idéias, exaustivamente, de forma até alcançar o consenso e aprovação de todos sobre uma idéia ou decisão em comum.

Isto que dizer que a idéia escolhida não é obrigatoriamente a melhor aos olhos de qualquer um dos componentes do grupo, mas é aceita por todos (após argumentações e concessões por parte dos membros). Traz então a óbvia desvantagem de nem sempre selecionar uma idéia ótima e por outro lado, a grande vantagem de escolher uma idéia que contará com o apoio de todos.

As técnicas de votação, diferentemente do consenso de grupo, não se baseiam em uma decisão comum do grupo sob argumentações, mas baseia-se na soma das diversas decisões individuais dos membros do grupo.

Há muitos autores que defendem o uso de técnicas de votação para reduzir ou priorizar uma grande quantidade de potenciais projetos em uma pequena lista dos projetos considerados os mais importantes pelo time. (LARSON, 2003; SHELDON, 2005; SHINA, 2002)

v) *Índice de Prioridade de Pareto (PPI)*

Às vezes também chamado Índice de Prioridade de Projeto, o *PPI* é um simples índice usado para classificar os potenciais projetos. (PYZDEK, 2003). A fórmula usada no cálculo do índice é mostrada abaixo:

$$\text{PPI ou IPP} = \frac{\text{Economias X Probabilidade de sucesso}}{\text{Custo X Tempo para a realização (anos)}}$$

Quanto mais alto o *PPI* de um projeto, maior a importância de executá-lo.

A vantagem principal desta ferramenta de priorização é a sua robustez, não só no sentido que pode ser aplicado a vários tipos diferentes de projetos, mas também no sentido de que leva em consideração muitos parâmetros importantes simultaneamente, como gastos, economias, tempo e risco.

Por outro lado, tende a apresentar um grau considerável de imprecisão e inexatidão, uma vez que todas as variáveis usadas normalmente são baseadas em previsões de baixa qualidade (já que normalmente há muitos projetos a serem analisados e/ou os resultados futuros são altamente imprevisíveis) e com grau alto de subjetividade ("probabilidade de sucesso", por exemplo).

A própria fórmula também é sujeita a crítica devido a alguns fatores. Por exemplo, pelo modo puramente linear de considerar tempo, a falta de pesos diferentes para cada uma das variáveis dependendo dos critérios adotados pela empresa, a possível comparação entre economias e gastos que podem acontecer em pontos diferentes de tempo (deveria ser usada uma taxa de atualização), e uma possível negligência de despesas e benefícios não monetários, etc.

Apesar de seus defeitos, o *PPI* pode ser usado com significância, especialmente quando há apenas um ou alguns poucos projetos que apresentam um índice claramente mais alto do que os outros (a velha idéia do Pareto).

vi) *Teoria das restrições (TOC)*

De acordo com *TOC*, toda organização tem a qualquer ponto no tempo pelo menos uma restrição que limita o desempenho do sistema relativo à sua meta. Goldratt (1988) define uma restrição como "qualquer coisa que impeça um sistema obter um melhor desempenho". Tais restrições podem ser físicas (por exemplo. materiais, máquinas, pessoas, etc.) ou administrativas.



De acordo co *TOC*, para administrar o desempenho do sistema, a restrição deve ser identificada e abordada corretamente. Considerando que as restrições determinam o desempenho de um sistema, uma elevação gradual das restrições (melhoria da restrição) melhorará o seu desempenho. Portanto, a existência de restrições representa oportunidades de melhoria. (RAHMAN, 1998)

Com o passar do tempo a restrição pode mudar (por exemplo, porque a antiga restrição foi administrada corretamente, ou também por causa de um ambiente variável) e a análise começa novamente. (KIM et al., 2008).

Resumindo, existem cinco passos essenciais do *TOC*:

- (1) Identificar a restrição
- (2) Decidir como proteger o componente restritivo, para que não fique subutilizado e seja explorado ao máximo
- (3) Submeter o ritmo do sistema ao ritmo dessa restrição
- (4) Elevar o componente restritivo
- (5) Se a restrição foi quebrada, voltar ao passo 1, mas não deixe que a inércia gere uma restrição no sistema!

“Além de evidenciar onde aplicar os projetos Seis Sigma, quando se conhecem também as restrições do processo é mais fácil determinar qual deve ser o foco do projeto.” (PYZDEK, 2000)

vii) Modelos não numéricos

Esta ferramenta foi citada no artigo de Banuelas (2006), porém ao pesquisar na literatura descrições de como executar este método, é virtualmente impossível achar qualquer informação. Portanto, foi considerado que este método inclui todas as ferramentas construídas *ad-hoc* que não se baseiam em algoritmos numéricos ou quantitativos.

viii) Processo Analítico de Hierarquia (AHP)

O autor Meyer (2003) defende que todas as medidas e avaliações são imperfeitas e não é necessário medir mais, apenas encontrar uma forma que traduza o que realmente importa e conduza a uma decisão eficiente.

“Esse é o fundamento do método de análise hierárquica, o *AHP* (*Analytic Hierarchy Process*): decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma



priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho” (SAATY, 1991).

A idéia central da teoria da análise hierárquica introduzida por Saaty é a redução do estudo de sistemas a uma seqüência de comparações aos pares. A utilidade do método dá-se no processo de tomada de decisões, minimizando suas falhas.

Para o autor, a teoria reflete o método natural de funcionamento da mente humana, isto é, diante de um grande número de elementos (controláveis ou não), a mente os agrupa em grupos segundo propriedades comuns. O cérebro repete esse processo e agrupa novamente os elementos em outro nível “mais elevado”, em função de propriedades comuns existentes nos grupos de nível imediatamente abaixo. A repetição dessa sistemática atinge o nível máximo quando este representa o objetivo do nosso processo decisório. E, assim, é formada a hierarquia, por níveis estratificados.

Para analisar os elementos dessa hierarquia, a questão definida pelo criador da teoria é: com que peso os fatores individuais do nível mais baixo da hierarquia influenciam seu fator máximo, o objetivo geral? Desde que essa influência não seja uniforme em relação aos fatores, chegamos às prioridades, que são os pesos relativos desenvolvidos para destacar as diferenças entre os critérios.

“A prática da tomada de decisões está ligada à avaliação das alternativas, todas satisfazendo um conjunto de objetivos pretendidos. O problema está em escolher a alternativa que melhor satisfaça o conjunto total de objetivos. Estamos interessados em obter pesos numéricos para alternativas com relação a sub-objetivos e, para sub-objetivos com relação a objetivos de ordem mais elevada.” (SAATY, 1991).

Grandzol (2005) descreve que, através de comparações aos pares em cada nível da hierarquia, baseadas na escala de prioridades do *AHP*, os participantes desenvolvem pesos relativos, chamados de prioridades, para diferenciar a importância dos critérios.

A seguinte tabela sugere um sistema de pesos a fim de comprar os pares de critérios:

Tabela 1- tabela para AHP, fonte: Saaty(1991)

| Intensidade de Importância | Definição | Explicação |
|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Mesma importância | As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo. |
| 3 | Importância pequena de uma sobre a outra | A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra. |
| 5 | Importância grande ou essencial | A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra. |
| 7 | Importância muito grande ou demonstrada | Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática. |
| 9 | Importância absoluta | A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza. |
| 2, 4, 6, 8 | Valores intermediários entre os valores adjacentes | Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições. |
| Recíprocos dos valores acima de zero | Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i. | Uma designação razoável. |
| Racionais | Razões resultantes da escala | Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz. |

Tabela 1 – Comparações do AHP. Fonte: Saaty (1991)

O julgamento reflete as respostas de duas perguntas: qual dos dois elementos é mais importante com respeito a um critério de nível superior, e com que intensidade, usando a escala de 1 a 9, da Tabela.

Com as comparações entre os diversos critérios, constrói-se uma matriz de julgamentos, como no exemplo:

| | | Matriz A | | |
|---|--|----------|-----|-----|
| | | A | B | C |
| A | | 1 | 5 | 6 |
| B | | 1/5 | 1 | 4 |
| C | | 1/6 | 1/4 | 1 |
| D | | 1/7 | 1/6 | 1/4 |

Figura 12-Matriz AHP, um exemplo

As posições da diagonal serão sempre 1, afinal, um elemento é igualmente importante a ele mesmo. Para preencher os outros elementos da matriz fora da diagonal, fazem-se os julgamentos e determina-se a intensidade de importância de acordo com a tabela anterior.

O método tem por fim a capacidade de simplificar e organizar de forma racional os critérios necessários para a avaliação de projetos. Ao considerar aspectos objetivos e subjetivos, numéricos e qualitativos, o método consegue compor um índice único formado pela combinação dos critérios principais do problema objetivo. (PUC – RIO, autor desconhecido)

2.2.3.3 Equipe de seleção de projetos

Independentemente dos critérios e ferramentas usados para priorizar os projetos do Seis Sigma, a equipe ou pessoa responsável pela seleção dos mesmos é de extrema importância.

Por exemplo, pode ser inútil empregar uma ferramenta complexa de priorização se o grupo responsável pela seleção não tiver nenhuma habilidade para aplicá-lo; do mesmo modo não faria sentido usar como critério principal “conectado à estratégia empresarial”, se na equipe de seleção não há ninguém que pertença a uma posição estratégica capaz de avaliar com precisão a real relação com a estratégia da empresa.

A formação da equipe de seleção de projetos é relacionada fortemente a alguns dos fatores críticos de sucesso do Seis Sigma como o “empenho da alta administração”. De acordo com Davis (2003), o primeiro passo da seleção de projetos Seis Sigma é justamente o estabelecimento de uma equipe diversificada, que inclua pessoas de diversas áreas e níveis hierárquicos, inclusive e principalmente da cúpula administrativa.



Logo, a correta formação da equipe de seleção corresponde a uma grande fração de pelo menos dois fatores críticos de sucesso, justificando sua importância e menção neste trabalho.

É comum encontrar na literatura que as principais responsabilidades do *Master Black Belt* incluem seleção, execução e apoio nos projetos Seis Sigma (Treqna Base Manual, 2005); isto não significa, porém, que eles deveriam ser os únicos a participarem da equipe de seleção.

Como é ensinado por Pyzdek(2003), “os projetos devem ser focados nas metas corretas; e esta é a responsabilidade dos líderes mais seniores, como por exemplo, o Conselho Executivo de Seis Sigma ou um grupo equivalente.”.

O envolvimento da cúpula administrativa ajuda a fazer fluir a estratégia da companhia nos projetos específicos de Seis Sigma. Além disso, remove os obstáculos e barreiras de forma mais eficaz. (KELLY, 2002)

Esta forma *top-down* de seleção de projetos tem três vantagens principais. Primeiramente, os projetos são alinhados com a estratégia da empresa. Além disso, é uma forma mais estrutural e administrativa, e, finalmente, é benéfico ao projeto poder contar com o apoio da administração. (HARRY e SCHROEDER, 2000; LYNCH e SOLOY, 2003)

É importante notar que uma forma mais *bottom-up* na seleção de projetos Seis Sigma poderia proporcionar uma maior taxa de participação e comunicação especialmente com os níveis mais baixos da empresa, mas ao mesmo tempo criaria uma falta de compromisso de cúpula administrativa e, possivelmente, não teria uma boa conexão com a estratégia da empresa.

Por isso o grupo responsável por fazer a avaliação e seleção dos projetos deveria ser formado com nível de diversificação e de maneira inteligente, levando em conta: as habilidades e conhecimentos necessários para executar a tarefa, a estrutura da empresa e, especialmente, os fatores críticos de sucesso que norteiam o programa Seis Sigma.

3. ESCOPO E ABORDAGEM

Este terceiro capítulo começa declarando os objetivos do trabalho. Em 3.2, “Abordagem”, apresenta-se a metodologia escolhida para atacar o problema. O subcapítulo seguinte, 3.3 “Recolhimento de Dados”, ilustra os diferentes métodos usados para obter as informações necessárias.

3.1 Metas e Objetivos

O estudo da literatura resumiu na parte anterior do trabalho os pontos principais relativos ao tema do Seis Sigma e especialmente sobre o processo de identificação e seleção de projetos Seis Sigma.

Mais do que freqüentemente, quando tratando do assunto, os livros e gurus do Seis Sigma pregam apenas algumas diretrizes gerais sobre o processo de seleção de projetos. As ferramentas, técnicas e métodos para de fato realizá-lo aparecem geralmente como sugestões teóricas e pontuais, negligenciando a literatura e publicações disponíveis a explicar o processo inteiro de forma mais detalhada; além disso, o raciocínio quase nunca é validado ou baseado em campo prático.

Acreditando que seria de menor valia discursar sobre a parte consolidada da metodologia ou só manter o enfoque na teoria, decidiu-se estudar o tema de Seleção de Projetos Seis Sigma, que mesmo despontando como muito importante durante a revisão literária, sofre de certa negligência de publicações mais aprofundadas e específicas. Além do mais, buscar-se-á realizar tal estudo em um modo diferente, pelo qual contribuições novas e práticas possam acontecer.

Os objetivos e fatos pontuais que nortearam a escolha deste tema são simples, tais como: a possibilidade de acrescentar um estudo pertinente e novo ao campo onde estava faltando; servir como um primeiro passo e como incentivador para estudos futuros mais realísticos e detalhados do processo de seleção de projetos; o intuito de apontar um modo melhor de realizar a seleção de projetos Seis Sigma e assim melhorar a qualidade dos resultados da metodologia; a curiosidade de identificar o quanto a realidade difere da teoria e por último, a convicção de que a fase inicial de um processo (ou metodologia) é a mais



importante, já a qualidade de todas as fases seguintes depende de quanto bem o primeiro passo é executado.

A idéia básica é tentar entender como este processo de seleção de projetos acontece na realidade, como difere dos (ou assemelha-se com) conteúdos e idéias encontrados na literatura e possivelmente tentar achar o que a prática aponta ser um bom modo para selecionar os projetos Seis Sigma.

Resumindo os objetivos principais do trabalho (que também pode ser interpretado como a definição do problema):

- 1. Mapear como as empresas têm levado a cabo o processo de seleção de projetos Seis Sigma na realidade.**
- 2. Tentar identificar quais são as fontes, critérios e ferramentas associados com os melhores resultados.**
- 3. Conferir se algumas suposições, idéias e sugestões achadas na literatura se verificam na prática.**
- 4. Sugerir, com base no estudo, um modelo estruturado de uma boa prática (ou potencial melhor prática) para a realização do processo de identificação e seleção de projetos Seis Sigma.**

Cabe ressaltar, porém, que mais importante do que o modelo proposto e os resultados e dados obtidos neste trabalho sobre a prática real é a idéia do trabalho em si e a própria abordagem definida. Isto porque as limitações de recursos tendem sempre a restringir a significância de pesquisas de campo, devido, por exemplo, a uma amostra pequena ou respostas incompletas. Já a idéia do trabalho é por si só uma contribuição de peso, enquanto inova e aponta para problemas e brechas da teoria, sensibilizando quanto à importância do tema e incentivando novos estudos. Da mesma forma, a abordagem e métodos definidos servem como base e exemplo para tais pesquisas futuras. (Primeiro e de maior importância é abrir o caminho e apontar a estrada, depois qualquer um poderá percorrê-la.)



3.2 Abordagem

A escolha da abordagem para levar a cabo o trabalho é constrangida pela natureza e metas da própria idéia. O fato de que este estudo comprometa-se a comparar teoria e prática induz a uma análise de ambos. O estudo da teoria já foi realizado, através da extensa revisão da literatura apresentada nos capítulos prévios, enquanto o estudo da parte mais prática será desenvolvido nos capítulos seguintes.

Uma análise da prática permite potencialmente muitas coisas, como mapear as reais atividades das empresas, compará-las, procurar possíveis correlações, reconhecer os diferentes desempenhos, procurar as melhores práticas, constatar ou refutar certas idéias ou conceitos encontrados na teoria e aprender da prática.

O objetivo final mais importante do estudo prático neste caso é o de recolher informações do mercado e identificar, pelo menos potencialmente, quais são as melhores práticas no que se refere à identificação e seleção de projetos Seis Sigma.

Para atingir tal objetivo, lançou-se mão do que foi chamado de “Análise de desempenho”. A idéia é encontrar qual a prática que leva aos melhores resultados através de uma análise quantitativa das práticas encontradas no mercado.

A análise de desempenho, nada mais é do que um algoritmo puro (isto é, sem ter como hipóteses que um tipo de empresa executa melhor o processo do que outra porque é uma empresa de um porte ou lugar específico ou porque tem qualquer outra característica) que compara os diversos desempenhos associados às diversas técnicas.

Assim, recolheram-se dados do campo real, mapeando as diversas práticas que empresas que adotam o Seis Sigma usam para selecionar seus projetos, bem como diversos indicadores de desempenho das mesmas.

Esses dados são as entradas do algoritmo, que oportunamente, para cada etapa definida do processo de seleção de projetos (ver esquema definido no capítulo 2.2 “Processo de Identificação e Seleção de Processos”) procura associar as técnicas ali usadas com os resultados obtidos.

Após essa quebra do processo nas sub-atividades definidas do processo e identificação das melhores técnicas em cada fase, reúnem-se os melhores resultados obtidos em cada etapa para definir os parâmetros do modelo a ser sugerido.

3.3 Recolhimento de dados

3.3.1 Introdução ao recolhimento de dados

É importante observar que o estudo da realidade sempre enfrenta um problema notável: o recolhimento de dados. Enquanto no âmbito teórico parte considerável da informação é achada estruturada e com relativa facilidade em livros, documentos e artigos, no mundo dos negócios a informação pode não ser obtida tão facilmente e às vezes encontra-se protegida atrás das paredes das empresas, sem mencionar que, freqüentemente, em vez de ser estruturada, está espalhada –quando não é simplesmente inexistente.

Enfrentar estes problemas do recolhimento de dados práticos pode ser feito pelo uso de dados públicos, esquivando-se assim, por exemplo, da dificuldade de procurar empresas para compartilhar informações. Porém esta alternativa muitas vezes não é uma possibilidade e, nestes casos, a pessoa é obrigada a utilizar outros instrumentos para recolher dados, como a condução de uma pesquisa.

Neste capítulo serão apresentadas as fontes de dados usadas neste trabalho e as formas de obtenção dos mesmos.

Embora a revisão da literatura tenha um papel importante na obtenção e análise dos dados deste trabalho, essa não será aqui explicada, porque já foi exposta nos capítulos precedentes.

A fim de obter os dados necessários para realizar as análises, foram usadas três fontes principais: a literatura, empresas e peritos no assunto. Por outro lado, os meios principais para o recolhimento desses dados foram: uma reunião do “Círculo Seis Sigma” com renomadas companhias italianas, a preparação e a distribuição de um questionário direcionado a tantas empresas quanto possível e entrevistas com peritos no assunto.

Cada uma destas formas de recolhimento de dados será brevemente explicada, e quando possível, serão indicadas algumas vantagens e dificuldades associadas.

A figura a seguir ilustra o esquema de obtenção dos dados referentes a este trabalho:

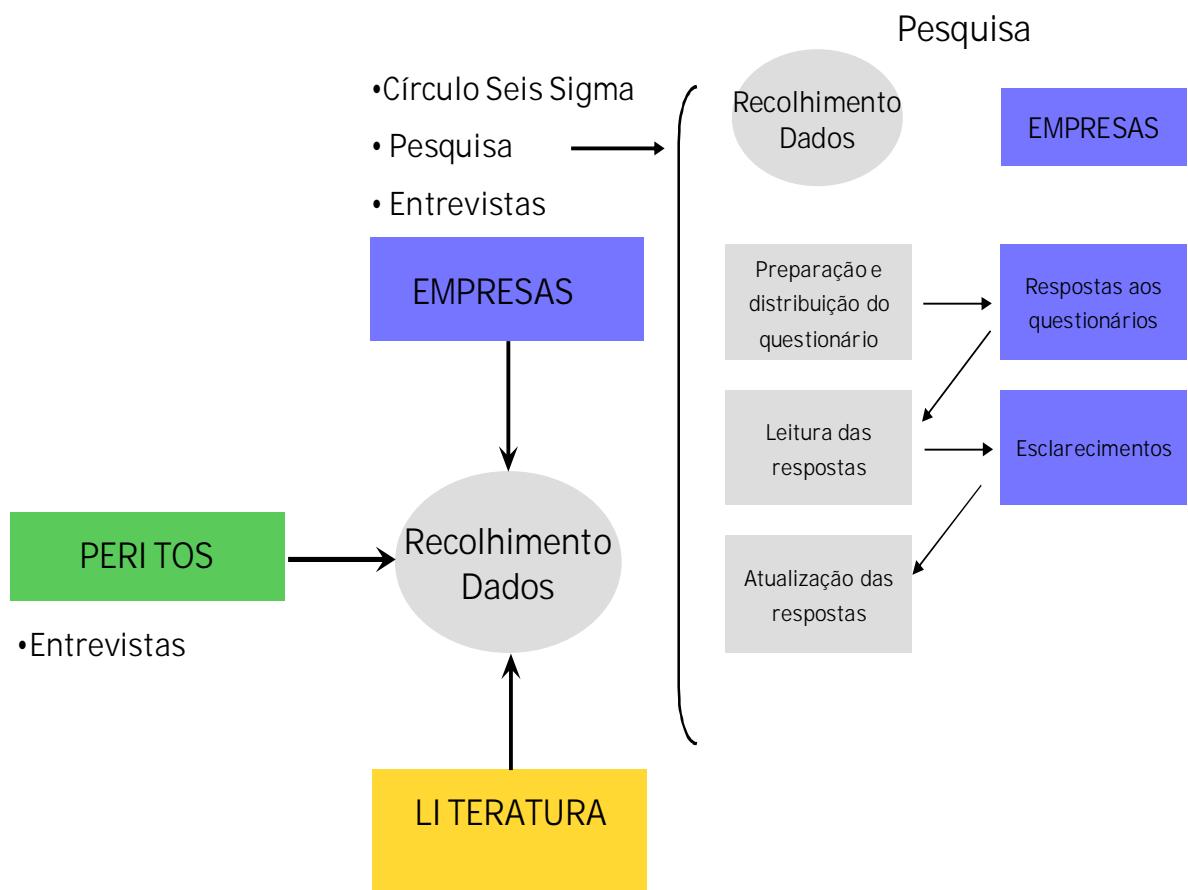


Figura 13 - Recolhimento de dados



3.3.2 Círculo Seis Sigma

De maneira simplificada, um Círculo Seis Sigma é um encontro de praticantes da metodologia de diversas empresas, geralmente presidida por um perito no assunto e com freqüência regular.

Nestes encontros, diversos temas sobre a metodologia são tratados e experiências são trocadas, buscando o benefício mútuo dos que participam e o aprimoramento do Seis Sigma nas empresas.

Foi organizada uma reunião do Círculo Seis Sigma, tendo, obviamente, como tema: “A Seleção de projetos Seis Sigma”. O professor Alessandro Brun do *Politecnico di Milano* foi o responsável a organizar e convidar algumas das principais companhias italianas que adotam o Seis Sigma. O uso da Universidade bem como do professor apenas mencionado foram de extrema valia para dar sinal de credibilidade ao estudo e conseguir atrair as empresas (em especial, empresas de renome).

Durante o Círculo Seis Sigma, três companhias dentre as participantes apresentaram os seus métodos de seleção de projetos Seis Sigma, ajudando a obter uma visão geral dos procedimentos usados e dos problemas encontrados na prática, permitindo desde então um paralelo com o que foi encontrado na literatura.

A reunião forneceu também alguns dados quantitativos, tais como o número de projetos realizados e de economias atingidas.

O Círculo Seis Sigma foi, enfim, não só muito útil para obter diferentes tipos de dados das companhias participantes, mas muito principalmente para a criação de um contato mais estreito com as mesmas.

A maior dificuldade encontrada foi a efetiva organização do encontro, pois é muito difícil que todos os convidados estejam disponíveis simultaneamente. Assim, apesar de muito interessante, não é geralmente possível obter dados de uma amostra grande de companhias através desta forma (mesmo porque empresas concorrentes não participam juntas para não “darem” informações valiosas).

3.3.3 Pesquisa e questionário

A principal vantagem de uma pesquisa é a sua capacidade de obter uma grande quantidade de dados, geralmente quantitativos.

Uma pesquisa pode também apresentar os seguintes inconvenientes: dependência da motivação, honestidade, memória e habilidade dos respondentes, respostas incompletas, e risco potencial de respostas enviesadas.

A ferramenta de "pesquisa" para recolher dados seria perfeita se todos os objetos da pesquisa (as empresas) tivessem as respostas para todas as perguntas, fossem capazes de responder em tempo oportuno, corretamente e com precisão e, além disso, fossem extremamente dispostas a fazê-lo. - É, portanto, claro que esta ferramenta está longe de ser tão eficiente na prática!

É importante estruturar e padronizar o questionário de maneira que o mesmo seja eficiente para o seu estudo, fácil de interpretar e de responder. Uma vez preparado é relativamente simples emitir-lo eletronicamente a um grande número de empresas.

O questionário foi enviado a 65 contatos diretos em diferentes empresas, e em alguns casos estes contatos re-enviaram o questionário a outros contatos seus próprios. O número de emails emitidos pode parecer pequeno, no entanto preferiu-se emitir emails na maior parte a contatos conhecidos e empregados em níveis mais altos, com mais capacidade, bem como autonomia para decidir se responder ou não ao questionário e com provavelmente um interesse maior em aprender com os resultados. Esta abordagem direcionada parecia muito mais eficiente do que simplesmente emitir o questionário a qualquer empregado nas empresas.

Receberam-se em total 11 respostas, conseguindo uma taxa de resposta total de 17%, duas vezes mais alta que os 8.5% conseguida por Banuelas (2006) em uma pesquisa similar no Reino Unido. Entre estas onze empresas, seis são organizações italianas (ou pelo menos a unidade italiana de uma organização) e as outras são empresas americanas, todas com presença internacional.

3.3.3.1 Estrutura do Questionário

O questionário traçado para o estudo (ver apêndice) consiste de quatro seções principais:

- i) Dados sobre a empresa e seu estado atual de maturidade no Seis Sigma



- ii) Identificação de projetos Seis Sigma
- iii) Priorização/seleção de projetos Seis Sigma
- iv) Avaliação pós-projeto

i) Dados sobre a empresa e seu estado atual de maturidade no Seis Sigmas

A primeira seção é importante para compreender a natureza das companhias e seus ambientes níveis de experiência no Seis Sigma. Pontos elementares foram perguntados, como: setor da indústria, vendas anuais, número de projetos terminados, número de MBB, BB e GB atualmente na companhia, e anos desde a adoção do Seis Sigma.

ii) Identificação de projetos Seis Sigma

Seguindo a mesma estrutura definida durante a Análise da literatura para o processo em questão, na segunda seção do questionário as companhias foram pedidas para expressar, em ordem de importância, suas fontes principais para identificar projetos Seis Sigma e as ferramentas usadas para obter dados destas fontes. As fontes e as ferramentas listadas nas perguntas foram aquelas apresentadas e analisadas na Análise da literatura do início deste trabalho; duas caixas vazias adicionais foram deixadas em branco de modo que respostas diferentes pudessem eventualmente ser dadas. Sendo uma pergunta múltipla que pedia também a ordem de importância das ferramentas e das fontes mais usadas, obteve-se informação a mais do que seria obtido caso fosse pedido apenas para indicar as fontes/ferramentas sem a classificação das mesmas.

A lógica de usar a mesma lista determinada na Análise da literatura e de deixar espaços para eventuais respostas diferentes foi usada em todas as perguntas fechadas (ou de múltipla escolha) do questionário.

iii) Priorização/seleção de projetos Seis Sigma

Na terceira seção, haviam sete perguntas, sendo quatro abertas e três fechadas, todas a respeito do processo de priorização e seleção dos projetos.

Primeiramente, foi pedido para avaliar a importância, de acordo com uma escala de Likert de cinco pontos, sendo “1 = extremamente importante”, “3 = moderada importante”, e “5 = sem importância”, os critérios usados para dar prioridade aos projetos Seis Sigma a serem realizados. A escala de Likert foi numerada nesta maneira a fim evitar confusão com as perguntas na seção precedente nas quais, por tratar-se de classificação, “1” representava o mais importante. A origem da lista dos critérios a serem avaliados segue o mesmo princípio usado nas outras perguntas.

A pergunta seguinte pediu que as companhias expressassem em ordem de importância as ferramentas usadas para dar prioridade a projetos Seis Sigma, deixando em branco as ferramentas não usadas.

As duas perguntas seguintes eram abertas e serviam para identificar a composição do grupo responsável pela priorização dos projetos e também quem é a pessoa encarregada de decidir no final qual projeto realizar. Isto ajuda a identificar se a companhia tem uma abordagem *top-down*, ou seja, analisar se a alta gerência é envolvida ou não (e em que grau).

A fim de compreender melhor os nuances entre os diferentes processos de seleção, que não podem emergir das perguntas fechadas, pediu-se, através de uma pergunta aberta, que se explicasse de maneira sucinta o processo de seleção usado na empresa.

As duas perguntas finais a respeito da priorização seleção dos projetos questionavam se se realizavam múltiplos projetos ao mesmo tempo e se havia qualquer procedimento estruturado que para a seleção dos mesmos que considerasse o uso dos recursos limitados em uma maneira ótima. Isto serviria para um estudo futuro sobre como alocar melhor os recursos limitados da empresa ao selecionar projetos Seis Sigma (e não focar apenas na importância ou impacto dos projetos).

iv) Avaliação pós projeto

Até agora, todas as perguntas focaram em identificar o método usado pelas companhias, esta última seção, foca nos resultados obtidos pelas companhias. Isto tem uma importância imensa na análise, já que, buscar-se-ão correlações entre os métodos usados e os resultados obtidos.

A primeira pergunta desta seção servia a identificar como as companhias medem seus resultados, assim usou-se uma simples pergunta de múltipla-escolha, (como sempre, deixando dois espaços em branco).

A questão seguinte perguntava às empresas quais tinham sido seus resultados (economias, melhoria do nível sigma, aumento da motivação dos empregados, etc.), permitindo assim conhecer os diversos desempenhos. Desta forma, haveriam os tipos de dados necessários para fazer análises que relacionassem os métodos usados e os resultados obtidos.

É importante ressaltar que este último tipo de análise é altamente dependente da qualidade e da quantidade das respostas, sendo talvez não praticável com uma amostra pequena. A idéia aqui, entretanto, é esboçar claramente a estrutura e intenção da pesquisa e de suas perguntas.

3.3.4 Entrevistas

Finalmente, além do Círculo Seis Sigma e da pesquisa/questionário, foram realizadas entrevistas para recolher informações bem como para validar resultados e fundamentar raciocínios.

As entrevistas foram feitas com respondentes do questionário, professores da universidade, peritos do Seis Sigma e os praticantes de longo tempo, tanto para compreender melhor as respostas obtidas e coletar informações novas para a pesquisa quanto para melhorar a base de conhecimento e confirmar as diretrizes do trabalho.

Obviamente, a vantagem principal de usar a entrevista é a possibilidade de interações diretas com peritos e praticantes do Seis Sigma, tendo assim melhor compreensão do tema e às vezes obtendo dados extras úteis.

A desvantagem principal, entretanto, é que é extremamente custosa, especialmente a respeito do tempo necessário, e depende também de maneira absoluta da disponibilidade e do interesse do entrevistado.

Entre os entrevistados, além dos contatos nas empresas participantes, podem-se citar: Prof. Alessandro Brun (professor do *Politecnico di Milano*, perito em gerência da qualidade e consultor de Seis Sigma a empresas), Sr. Gilberto Strafacci Neto (consultor de qualidade, ISO e Seis Sigma da Setec, em São Paulo), e um campeão do Seis Sigma e diretor de alto nível de uma das maiores empresas americanas, com prática extensiva na seleção de projetos Seis Sigma.

4. ANÁLISE PRÁTICA

4.1 Apresentação e análise descritiva das respostas

4.1.1 Introdução

Neste capítulo (4.1) será dada uma visão geral de algumas das respostas fornecidas pelas companhias participantes.

Como mencionado antes, onze companhias responderam ao questionário, de um total de sessenta e cinco empresas contatadas (com contatos diretos lá dentro), correspondendo a uma taxa de resposta de quase 17%. Esta é uma taxa de resposta elevada para um questionário emitido eletronicamente.

Destas onze companhias, seis são italianas e as outras são companhias americanas, todas com presença internacional. A menor companhia tem vendas anuais de aproximadamente 110€ milhões, enquanto a maior companhia que respondeu ao questionário apresenta faturamento anual em torno de 25US\$ bilhões (aproximadamente 16€ bilhões com a taxa de câmbio corrente). Dois dos respondentes pertencem ao setor de serviços, enquanto o restante pertence ao setor industrial/de manufatura.

Este capítulo (4.1) versará sobre respostas dadas sobre diversas características da aplicação do Seis Sigma nas companhias, em especial sobre como selecionam seus projetos, como: o tempo desde o adoção do Seis Sigma, o número de projetos realizados, as fontes e as ferramentas usadas para identificar os projetos, os critérios e as ferramentas usados para dar prioridade e selecionar os projetos e os indicadores chaves de desempenho(KPI) usados para medir os resultados.

As análises descritivas seguirão todas a mesma estrutura. Cada uma das perguntas do questionário será um item apresentado neste capítulo e as respostas de todas as companhias serão analisadas numa única amostra e as características principais encontradas serão então brevemente comentadas. Seria interessante que o leitor seguisse os próximos itens observando o questionário anexo.

4.1.2 Tempo de adoção do Seis Sigma

O número de anos que uma companhia aplica o Seis Sigma é certamente um fator relevante, sendo um dos indicadores de quanta experiência uma companhia tem na metodologia. Por exemplo, reivindica-se freqüentemente que uma empresa que começou recentemente a aplicar o Seis Sigma pode encontrar mais facilmente projetos a serem realizados (processos a serem melhorados pela metodologia), conseguindo obter também economias mais expressivas do que uma empresa com um nível de maturidade maior, que potencialmente poderia já ter resolvido os problemas os mais óbvios ou maiores. Tal fato foi mencionado também em algumas entrevistas.

Pode também ser razoável considerar que no começo da adoção do Seis Sigma, uma empresa faz poucos projetos e tem menos praticantes treinados do que uma companhia mais madura, que teve mais tempo para treinar seus empregados e para estender a cultura do Seis Sigma por toda a companhia.

Tendo em mente a relevância da maturidade do Seis Sigma em uma empresa, mostra-se a distribuição dos anos desde a adoção do Seis Sigma das empresas respondentes na próxima figura.

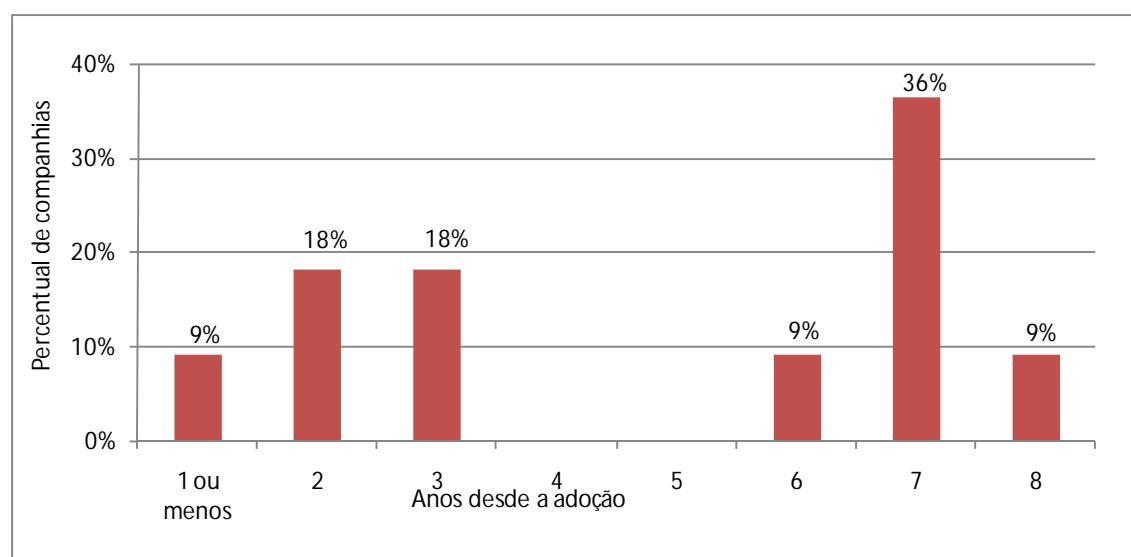


Figura 14 - Anos desde a adoção

A primeira observação é que a amostra está dividida em dois blocos distintos; o das empresas com três ou menos anos de implementação (maturidade médio-baixa) e daquelas com seis ou mais anos de experiência (maduras), com nenhum representante

intermediário. Se olharmos os dados atômicos, nota-se que o primeiro bloco é formado apenas por empresas italianas e o segundo por uma italiana e o restante americanas.

Separando as empresas em classes oportunas, obtém-se as seguintes figuras:

Tabela 2 - tempo desde a adoção, em classes

| Tempo de implementação Seis Sigma | Número de empresas | Porcentagem |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| Um ano ou menos | 1 | 9% |
| Entre 1 e 3 anos | 4 | 36% |
| Entre 3 e 5 anos | 0 | 0% |
| Mais de 5 anos | 6 | 55% |

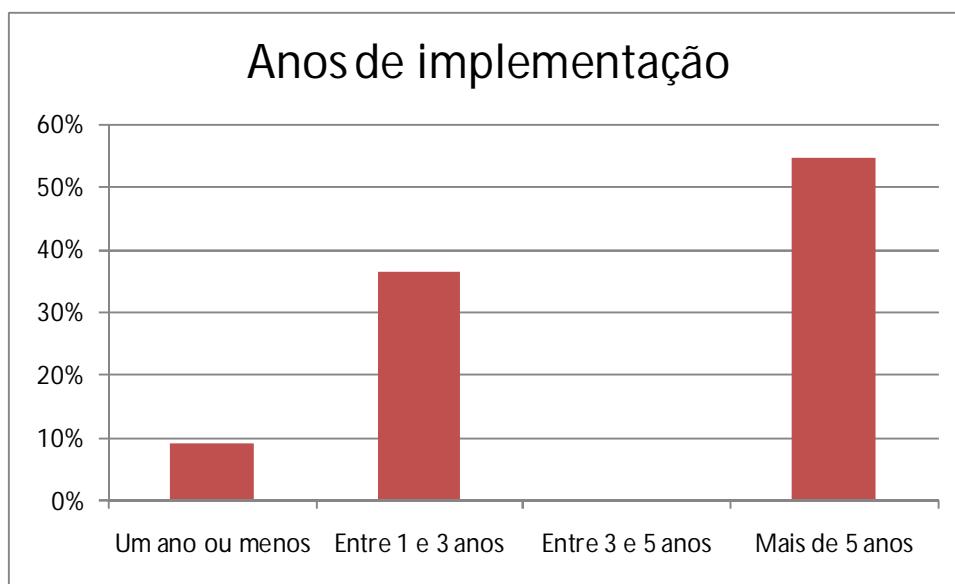


Figura 15- Tempo de implementação, em classes

Olhando este último gráfico é fácil notar que a maioria (55%) das empresas que participaram da pesquisa tem implementado o Seis Sigma há mais de cinco anos e que, na amostra, há uma correlação positiva entre o tempo de adoção do Seis Sigma e o número das empresas.

Resumindo os pontos principais:

- A maioria das empresas da amostra (55%) adota o Seis Sigma há mais de cinco anos.
- A Amostra divide-se em duas classes extremas: as com um nível baixo da maturidade e as num estágio mais avançado de experiência no Seis Sigma, com nenhuma empresa na classificação intermédia.

4.1.3 Número de projetos realizados

A seguir observa-se a distribuição do número de projetos realizados pelas empresas da amostra.

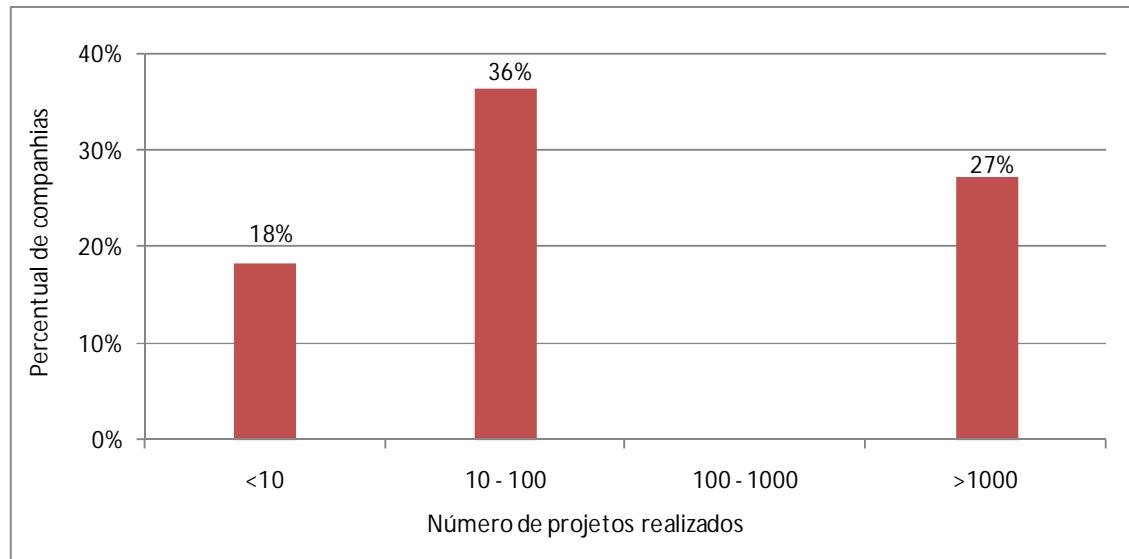


Figura 16 - Número de projetos realizados

Algumas das empresas não responderam a esta pergunta alegando confidencialidade. Dentre as empresas que responderam, a que realizou o maior número de projetos já fez a quantidade notável de aproximadamente 21.000 projetos.

Os pontos principais:

- Novamente há separação em duas classes extremas: as que realizaram menos do que cem projetos e aquelas que realizaram (muito) mais do que mil.

4.1.4 Número de praticantes do Seis Sigma na empresa

Este parâmetro pode ser diretamente ligado a diversos fatores críticos de sucesso (CSF) da metodologia, como a “compreensão da metodologia Seis Sigma, suas ferramentas e técnicas”, “a mudança cultural” e da “o infra-estrutura da organização”.

Como visto na Análise da literatura, há três tipos principais de profissionais certificados do Seis Sigma: GB, BB e MBB (em ordem crescente de conhecimentos e experiência).

Dividindo-se o número de profissionais treinados que há na empresa pelo número total de empregados dentro da mesma (ambos foram perguntados), é possível chegar a um indicador útil para o nível de participação e de treinamento dos funcionários bem como para o nível de difusão da metodologia na companhia.

O próximo gráfico mostra a distribuição de todas as companhias de acordo com a porcentagem de praticantes do Seis Sigma (treinados, de qualquer nível) em relação ao número total de empregados que cada uma possui.

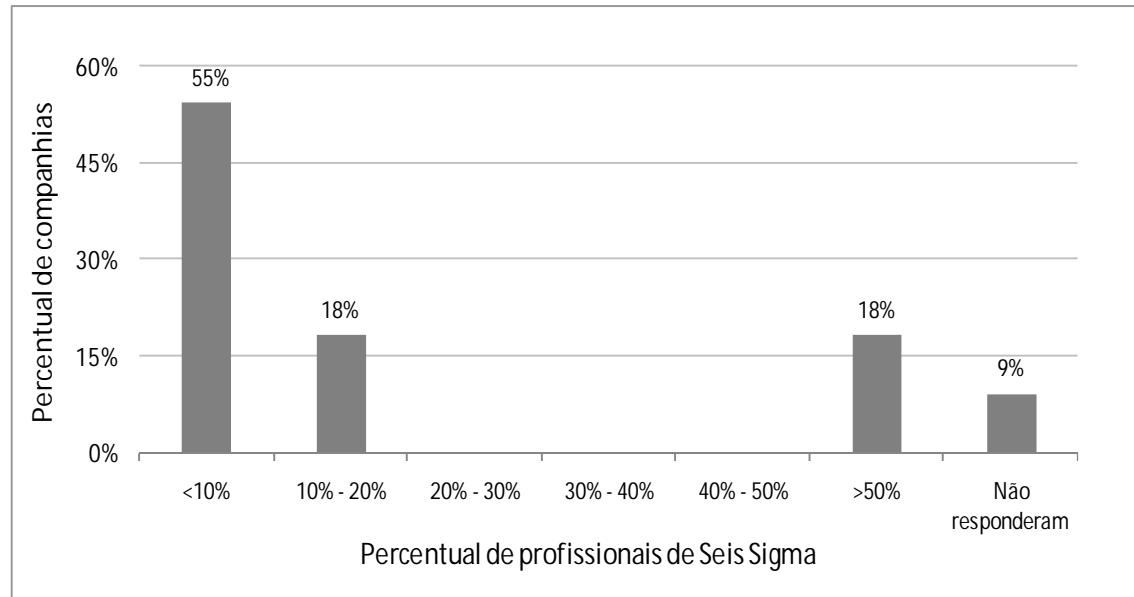


Figura 17 - Porcentagem de praticantes do Seis Sigma entre os funcionários

Na maioria (55%) das companhias, os praticantes do Seis Sigma representam menos de 10% de toda a força de trabalho. Novamente, a distribuição mostra-se divida em duas classes extremas, com nenhuma empresa pertencendo a classes intermediárias.

4.1.5 Fontes usadas para identificar potenciais projetos Seis Sigma

Na Análise da literatura foram enumeradas sete fontes principais geralmente usadas para identificar projetos Seis Sigma.

Focalizaremos na análise da importância dada a cada fonte. A informação foi feita em cima da classificação dada no questionário por cada respondente sobre as fontes que usam.

Para obter esta informação de uma maneira comprehensível foi preciso empregar algumas transformações apropriadas nos dados brutos recolhidos. Por exemplo, para transformar a classificação dada a uma fonte determinada em um valor que representasse a importância dada à mesma, definiu-se a seguinte fórmula: $pontos = 1 / classificação$. Os valores podem ser vistos na tabela seguinte:

Tabela 3- Transformando rank em pontuação

*Pontuação relativa à posição
recebida na classificação*

| Classificação recebida | Pontos |
|---------------------------|--------|
| 1º | 1,00 |
| 2º | 0,50 |
| 3º | 0,33 |
| 4º | 0,25 |
| 5º | 0,20 |
| 6º | 0,17 |
| 7º | 0,14 |
| nenhuma | 0,00 |

Então se somaram todos os pontos dados pelas diferentes empresas a cada tipo da fonte para obter a soma total da importância dada a esta, e dividindo esse resultado pelo numero de empresas, chegou-se a uma pontuação média para cada fonte numa escala de 0 a 100%, onde cem por cento indicaria que toda empresa na amostra considerou a fonte como a mais importante fonte e zero que nenhuma empresa usou ou deu importância à mesma. (Daqui por diante, as etapas usadas para chegar ao número que representa o grau de importância a ser usado na análise serão omitidas, pois já foram explicadas).

Este primeiro gráfico mostra os resultados para a amostra:

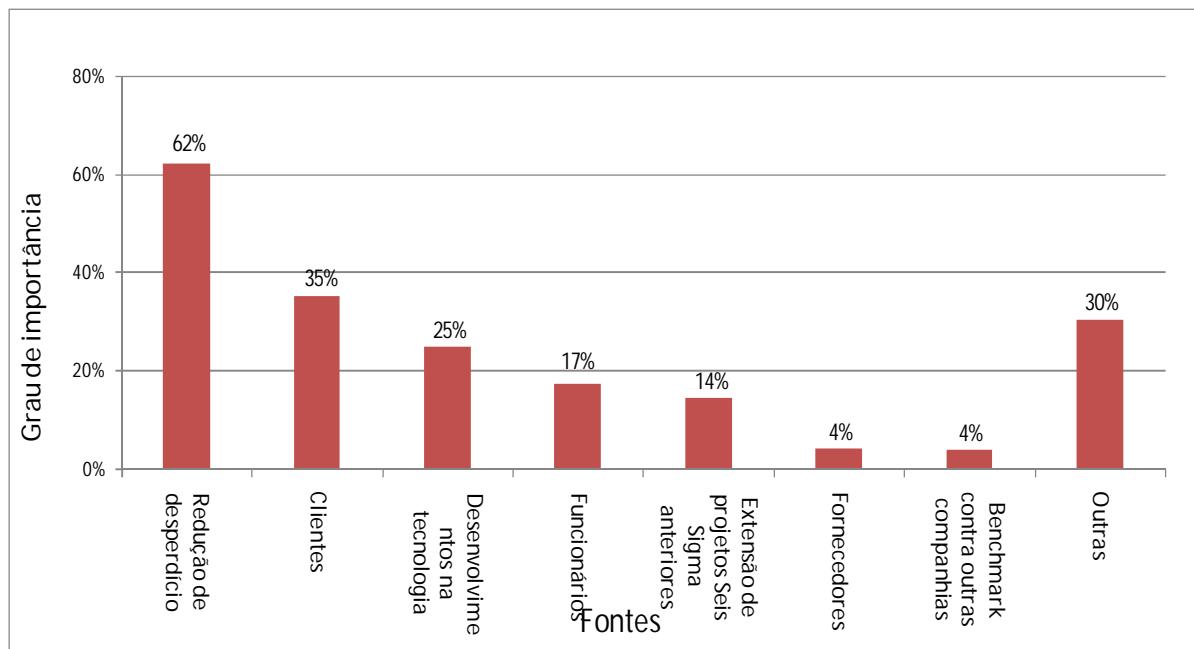


Figura 18-Importância dada às fontes

Talvez devido ao fato de que o Seis Sigma tenha nascido em uma companhia de manufatura (Motorola) a importância dada à fonte *redução de desperdício* foi sempre ressaltada pela teoria. De forma acordante, na pesquisa, *redução de desperdício* é considerada como a fonte principal das idéias para projetos Seis Sigma. Tal fato pode ser também atribuído ao fato que nove das onze respondentes pertencem ao setor de manufatura (entre estas, oito afirmaram usar a *redução de desperdício* como uma fonte). A fonte *clientes* vem em segundo lugar com um pouco mais do que a metade da pontuação obtida pela primeira. De fato, um dos objetivos principais do Seis Sigma é identificar e satisfazer as necessidades dos clientes e tê-los como uma fonte vai de encontro à forte sugestão teórica de procurar sempre ouvir o VOC.

Os pontos principais:

- A *redução de desperdício* é a fonte a mais usada na amostra bem como a mais importante, sendo usado por 82% da amostra. A segunda mais usada e também segunda mais importante é *clientes* (VOC é usado por 64% da amostra).
- Somente 18% de todas as companhias declararam para usar o *fornecedor* como uma fonte.

4.1.6 Ferramentas para a identificação de projetos Seis Sigma

Serão mostradas as diferentes ferramentas que as empresas declararam usar para a identificação de projetos Seis Sigma; lembrando que no questionário (como foi no caso das fontes) cada empresa deveria indicar as ferramentas usadas e expressar a ordem de importância das mesmas. O mesmo raciocínio usado antes foi aplicado aqui a fim determinar o grau de importância dado a cada voz. Os resultados são como segue:

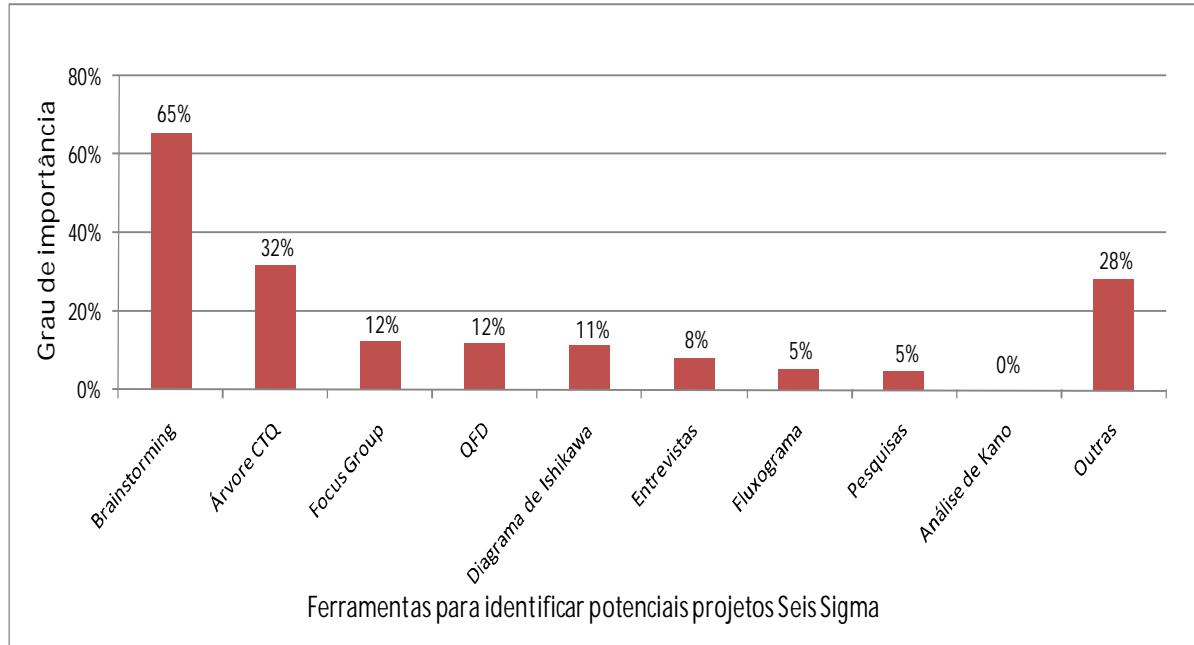


Figura 19 - Importância dada às Ferramentas de Identificação

É fácil observar que o *Brainstorming* é de longe a ferramenta mais importante. No caso é também a mais popular entre as empresas, (de fato, 100% dos respondentes declararam usá-la).

A *Árvore CTQ* vem em segundo lugar, com um grau de importância (conforme algoritmo definido anteriormente) de 32%.

Neste caso a voz *outros* alcançou uma importância consideravelmente elevada, significando que talvez as ferramentas listadas não representassem eficientemente as principais ferramentas usadas na prática. Algumas das respostas que foram fornecidas em *outras* foram: *data mining* e *value stream mapping*.

O ponto principal:

- O *Brainstorming* é a ferramenta para a identificação de projetos Seis Sigma usada por mais empresas e também a tida como mais importante.

4.1.7 Critérios para a priorização dos projetos

Conforme comentado na Análise da literatura, os critérios usados por uma companhia avaliar quais projetos empreender podem funcionar como diretrizes para que focalizem em seus objetivos, e são relacionados diretamente aos fatores de sucesso da companhia. Além do

mais, o ato de identificar e classificar suas prioridades ajuda a companhia a reunir seus líderes em torno de um grupo comum de objetivos.

A lista de critérios definida durante a Análise da literatura (2.2.3.1) foi submetida à avaliação dos respondentes, que expressaram suas relevâncias de acordo com uma escala de pontos de Likert (0 = sem importância, 2 = moderadamente importante, 4 = extremamente importante).

Ressalta-se que foram pedidas as importâncias dadas aos critérios nos diferentes tempos de adoção do Seis Sigma pela empresa (até 2 anos de implementação, de 3 a 4 anos de implementação e 5 anos ou mais).

Foram calculadas as médias das pontuações dadas a cada critério pelos respondentes a fim de determinar as suas importâncias.

Uma linha vital de dois pontos foi adotada para destacar quais são os critérios tidos em média pelo menos como “moderadamente importantes” (conforme escala Likert adotada).

Os pontos no seguinte gráfico correspondem aos primeiros dois anos da execução do Seis Sigma (período que engloba todos da amostra).

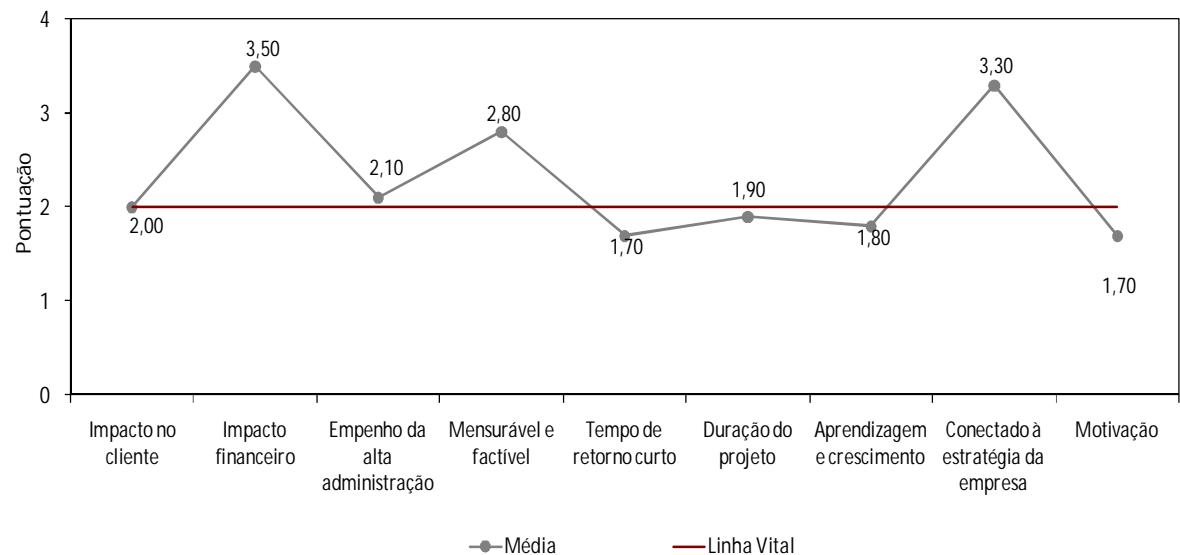


Figura 20 - Importância dada aos Critérios, Likert

Uma análise visual indica *impacto financeiro* e *Conectado à estratégia e competência da empresa* como os dois critérios considerados mais importantes, seguidos por *Mensurável e Factível*, *Empenho da alta administração* e *Impacto no cliente*, o último aterrando exatamente sobre a linha vital traçada.

As respostas fornecidas pelas companhias foram muito similares aos resultados obtidos na pesquisa com as companhias no Reino Unido, e são também compatíveis com os critérios considerados fundamentais pela teoria para executar eficientemente o Seis Sigma.

Desde que uma importância grande foi dada ao *impacto financeiro* e não a *duração do projeto* ou *tempo de retorno*, é possível que isto indique que, em geral, as companhias estão mais concernidas com o quanto o projeto refletirá em impacto financeiro na empresa, do que com quanto tempo levará para atingir tal resultado.

Os principais pontos:

- O *impacto financeiro* e *Conectado à estratégia e competência da empresa* são considerados sempre os dois critérios mais importantes na amostra.
- Os critérios menos importantes, são *motivação*, *Aprendizagem* e *Crescimento* e *duração do projeto*.
- Visto que uma importância grande foi dada a *impacto financeiro* e não a *duração do projeto* ou *tempo de retorno*, sugere-se que as companhias preocupam-se mais com a magnitude dos resultados do que com a rapidez de obtenção dos mesmos.

4.1.8 Ferramentas para a priorização de projetos Seis Sigma

Aqui se faz uma breve apresentação das respostas fornecidas a respeito das diferentes ferramentas usadas para dar prioridade a projetos Seis Sigma. Analogamente a como foi feito para as ferramentas de identificação, no questionário cada empresa deveria, além de indicar as ferramentas usadas, classificá-las em ordem de importância.

A próxima figura relata quantas empresas (em porcentagem) usa cada ferramenta para dar prioridade e selecionar projetos Seis Sigma, sem importar-se com o grau de importância dado:

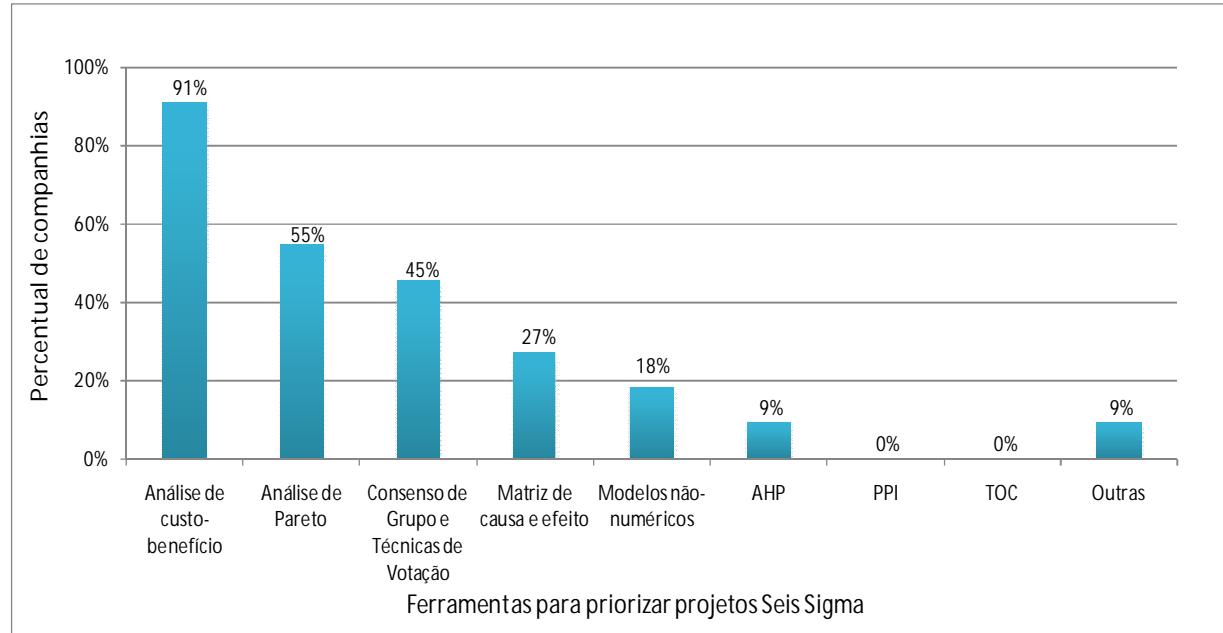


Figura 21 - Uso das Ferramentas de priorização

91% das empresas declararam usar a *Análise de custo e benefício* a fim de priorizar e selecionar seus projetos Seis Sigma, enquanto mais de metade delas (55%) declararam usar a *Análise de Pareto*.

Conforme discursado durante a Análise da literatura, a ferramenta (CBA) é pouco mencionada em textos teóricos como um possível instrumento de priorização de projetos Seis Sigma, mas aparece freqüentemente na resposta das empresas como a ferramenta mais usada a este fim, como confirmado nesta pesquisa e também naquela conduzida por Banuelas (2006).

Na outra extremidade encontram-se as ferramentas *AHP*, *PPI* e *TOC* sendo declarado serem usadas por quase nenhuma ou realmente por nenhuma das empresas respondentes.

É relevante observar que, basicamente, as empresas demonstraram usar as ferramentas mais simples (tais como a *Análise de Pareto* e *Consenso de grupo e técnicas de votação*), negligenciando o uso das mais complexas ou sofisticadas (tais como o *TOC* e o *AHP*).

Agora, como feito previamente para as ferramentas de identificação, analisar-se-ão as respostas de acordo com a soma da importância de cada ferramenta de priorização.

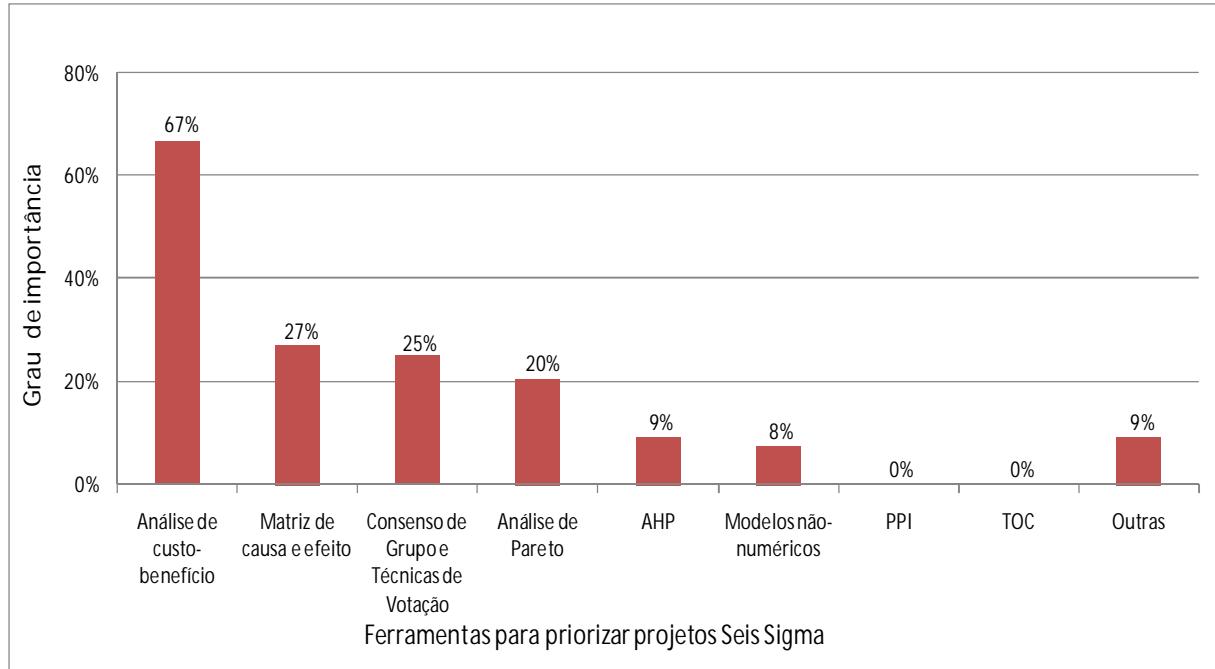


Figura 22-Importância dada às Ferramentas de Priorização

De longe, a ferramenta de priorização de projetos Seis Sigma considerada mais importante pelas empresas foi a *Análise de custo e benefício (CBA)*.

Interessante observar que a *Análise de Pareto*, que figura como a segunda ferramenta mais usada para a priorização em termos de freqüência, desponta em quarta posição em termos de importância. Isto indica que, mais que geralmente, a *Análise de Pareto* não é usada sozinha e nem como a ferramenta principal de priorização de projetos de uma empresa.

Os pontos principais:

- 91% das companhias declararam usar a *Análise de custo e benefício*, que salta também como a ferramenta mais importante.
- Mais da metade declarou usar a *Análise de Pareto* a fim de dar prioridade a seis projetos do Sigma, no entanto esta geralmente não é usada sozinha, figurando como uma ferramenta complementar (não a mais importante).
- Em termos gerais, as empresas demonstram usar as ferramentas mais simples em detrimento das mais complexas.

4.1.9 KPI usados para avaliar/medir resultados

O desempenho pode ser medido de muitas maneiras diferentes. Uma companhia medirá geralmente um resultado que tenha alguma relação aos critérios que considere serem

os mais importantes. Também, dependendo do setor ao que a companhia pertence, ela medirá provavelmente tipos diferentes de resultados.

Os respondentes foram requisitados a indicar os indicadores chaves de desempenho (KPIs) que usam. Uma lista foi fornecida com os KPIs esperados como sendo os mais comuns. Esta lista foi baseada principalmente na pesquisa realizada no Reino Unido por Banuelas, com algumas adaptações menores.

Os resultados podem ser vistos na próxima figura:

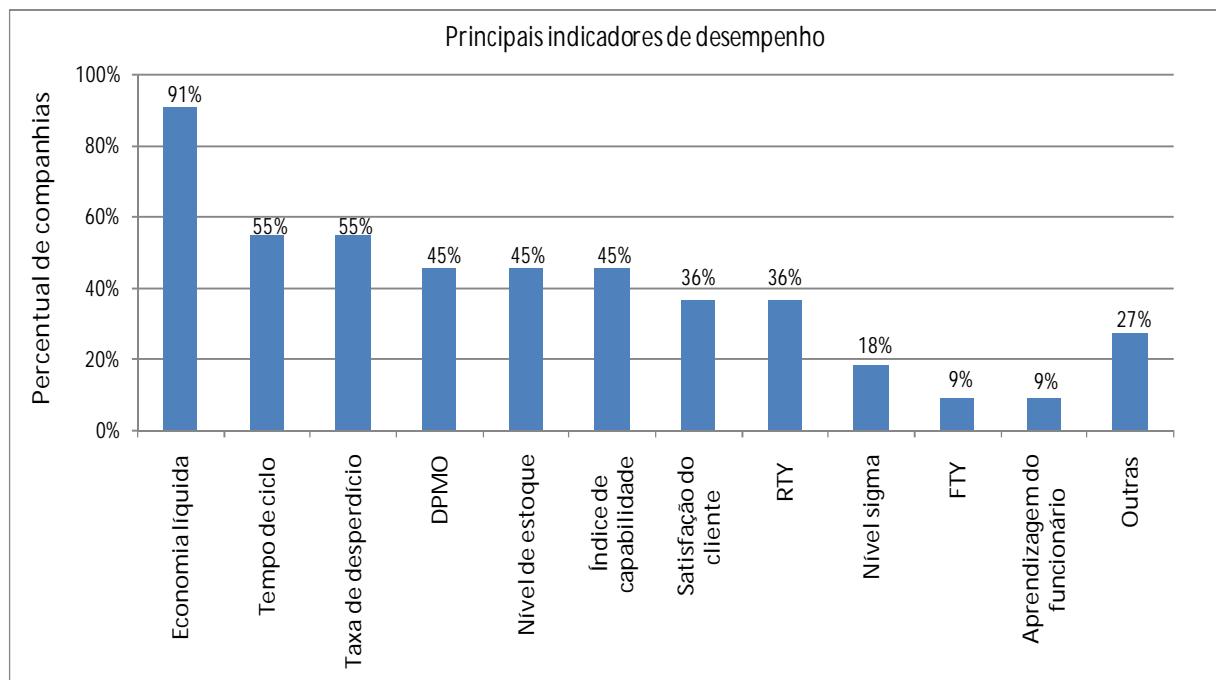


Figura 23 - KPIs usados

Economia líquida é o KPI mais usado, coerentemente com o fato de a maioria ter considerado o *impacto financeiro* como o critério mais importante para selecionar seus projetos. Além do mais, é um indicador que pode ser usado por todas as companhias, independentemente de seu setor, fazendo sentido que seja muito usada.

Embora as companhias tenham considerado o *impacto ao cliente* como um critério de seleção moderadamente importante, somente 36% delas realmente medem melhorias na satisfação dos clientes. Isto mostra que algumas das companhias são inconsistentes ao confrontar os critérios escolhidos com os KPIs usados (ou seja, sequer medem o desempenho de algo que consideram importante e não conferem se os projetos atingiram seus objetivos).

Na outra extremidade do gráfico, o *nível sigma*, *FTY* e a *Aprendizagem do funcionário* figuram como os KPIs menos usados. Mesmo que esta resposta seja consistente com a baixa

importância dada aos critérios *Aprendizagem e Crescimento e motivação* em outra pergunta do questionário, vai contra o que é visto geralmente na literatura a respeito da importância destes fatores. Este foi também o caso no estudo feito no Reino Unido por Banuelas, onde *Aprendizagem e Crescimento* figurou como o segundo KPI menos usado.

Os pontos principais:

- *Economia líquida* é medida praticamente por todas as companhias na amostra (91%).
- As companhias mostraram ser incoerentes ao reivindicarem considerar o *impacto no cliente* um critério importante, mas não medirem os resultados associados.
- *Aprendizado do funcionário* é o KPI menos usado (9%).

4.1.10 Nível de *top-down approach*

O termo *top-down approach* é usado no sentido de uma abordagem com participação da alta gerência, onde as decisões e ações sejam determinadas ou predominantemente guiadas pelos níveis hierárquicos mais altos da empresa.

A importância de adotar um *top-down approach* ao executar o Seis Sigma foi comentada no segundo capítulo do trabalho (por exemplo nos fatores críticos de sucesso). Apenas como um lembrete, algumas das razões eram: para focalizar nos projetos relacionados com os objetivos estratégicos da companhia, para motivar o restante dos empregados e demonstrar a importância da metodologia e para remover mais eficazmente as barreiras.

Decidiu-se então tentar avaliar, pelo menos de modo indicativo, o nível de *top-down approach* nas companhias durante a Identificação e Seleção de projetos Seis Sigma (que é fase importante da metodologia).

Entretanto, o nível de *top-down approach* não é um parâmetro que possa ser facilmente visualizado ou quantificado. A fim de obter um indicador, recolheram-se os dados de três respostas diferentes (perguntas abertas do questionário), pretendendo estimar o nível de *top-down* usando os seguintes fatores (ou critérios):

- 1º – O uso da alta gerência como uma fonte de projetos
- 2º – A participação da alta gerência no processo de priorização dos projetos
- 3º – A decisão final (de qual projeto implementar) estar nas mãos da alta gerência

Para cada um destes fatores, as respostas foram marcadas de acordo com as respostas encontradas nas perguntas abertas. As possibilidades diferentes de respostas para cada fator são mostradas nas seguintes tabelas.

Tabela 4 - Pontuação para critérios para avaliar o nível de *top-down approach*

| Pontuação para avaliar o 1º critério | Pontos |
|---|---------------|
| Alta gerência é usada como fonte | 1 |
| Alta gerência não é usada como fonte | 0 |

| Pontuação para avaliar o 2º critério | Pontos |
|---|---------------|
| Apenas a alta gerência participa | 3 |
| Não só a alta gerência participa | 2 |
| Alta gerência não participa | 1 |
| Alta gerência nem média gerência participam | 0 |

| Pontuação para avaliar o 3º critério | Pontos |
|---|---------------|
| Apenas a alta gerência participa | 3 |
| Não só a alta gerência participa | 2 |
| Alta gerência não participa | 1 |
| Alta gerência nem média gerência participam | 0 |

Além de dar pontuações diferentes para as respostas em cada fator, cada fator foi pesado distintivamente, de acordo com seu impacto no *top-down approach*. Por exemplo, o terceiro fator foi considerado ser o mais importante, já que se a alta gerência faz a decisão final de qual projeto executar, eles podem escolher os projetos que são mais bem alinhados com as estratégias da companhia, e suportarão decisivamente os esforços necessários para realizá-los.

O fator que foi considerado o segundo mais importante era se a alta gerência é usada como uma fonte ou não. Esta consideração foi feita considerando que se um representante da gerência sênior propuser um projeto, é muito provável que os empregados abaixo dele serão favoráveis a esse projeto e incentivados a realizá-lo.

Depois que todas as respostas foram pontuadas e pesadas de acordo com as tabelas e a importância dos fatores explicados acima, as pontuações finais das empresas foram normalizadas em uma escala de 0 a 100%, sendo 100% o grau possível mais elevado de *top-down approach*.

Aqui, para uma exibição mais sucinta dos resultados, estes foram separados em níveis de acordo com o grau final de 0 a 100% de *top-down approach* que representavam: “baixo” (de 0 a 30%), “médio” (de 30% a 70%) e “alto” (70% a 100%):

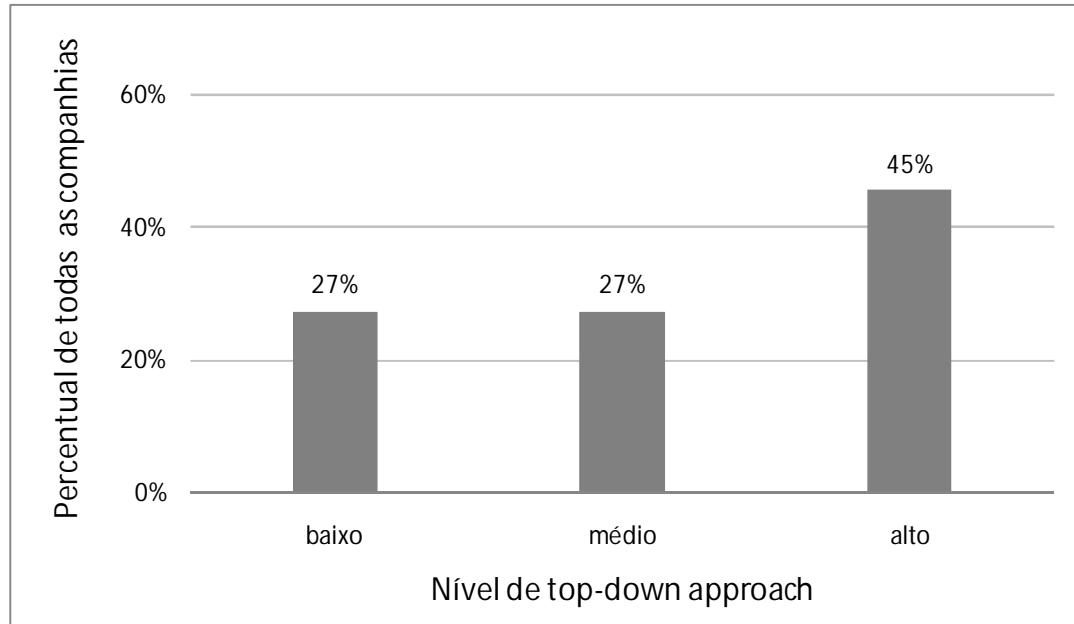


Figura 24- Nível de *top-down approach*

A figura mostra que 45% das companhias empregam, conforme a definição aqui feita, um nível alto de *top-down approach* durante o processo de seleção de projetos. Além disso, somente aproximadamente um terço delas apresenta um grau baixo de *top-down approach* durante o processo de seleção de projetos.

Esta tendência geral para um elevado/mediamente-elevado nível do *top-down approach* é um indicador de que as companhias estejam aplicando o Seis Sigma de acordo com o que é recomendado por alguns peritos do Seis Sigma e também de acordo com o que foi encontrado na teoria (participação e compromisso da alta gerência como CSF da metodologia, por exemplo).

Ponto principal:

- Em geral, uma parcela grande das companhias mostra um elevado nível de *top-down approach* (conforme indicador definido neste trabalho) ao selecionar projetos Seis Sigma.

4.2 Análise de Desempenho

4.2.1 Considerações

No capítulo terceiro deste trabalho, foi dito que além de verificar como os processos são realizados, também se objetiva encontrar correlações entre os processos/métodos adotados e os resultados / desempenhos obtidos.

Entretanto, não é óbvio quais são os parâmetros que devem ser usados para medir o desempenho do processo de Seleção de Projetos Seis Sigma. Isso se dá principalmente por duas razões:

1) A Identificação e Seleção e Projetos Seis Sigma é apenas um processo inicial dentro de uma cadeia de processos que incluem a fase de execução dos projetos e mais tarde a fase de avaliação, somente na qual será possível obter resultados mensuráveis. Portanto o desempenho relacionado especificamente à fase de seleção não pode ser medido diretamente ou livre de interferências, e será prevalentemente mensurável ao término dos projetos, dependendo assim também de quão bem os projetos foram levados a cabo e da correta avaliação final.

2) A Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma não é um processo de produção tangível, mas sim um processo “administrativo”. Quando uma análise de processos é feita para avaliar um processo administrativo, os parâmetros a serem usados para medir seu desempenho ficam menos evidentes, muito mais subjetivos e podem ser afetados mais freqüentemente por outros efeitos externos.

Estes problemas foram levados em conta. Para o primeiro problema apresentado, valer-se-á da premissa de que projetos mal selecionados portam a maus resultados e apenas projetos bem selecionados potencialmente levam a bons resultados. Obviamente, isto não soluciona totalmente o problema e é uma premissa muito forte, mesmo que lógica.

Para o segundo ponto, pouco mais que um adequado planejamento e uma escolha cuidadosa dos parâmetros puderam ser feitos a fim de minimizar tal ponto fraco.

Os parâmetros tomados na pesquisa, que poderiam servir como indicadores do desempenho da seleção de projetos foram:

- Economia por ano obtida com todos os projetos Seis Sigma
- Melhoria do nível sigma
- Redução em DPMO
- Aumento da satisfação do empregado
- Aumento da motivação do empregado

Entre estes, o único resultado que foi medido pela maioria das companhias e, portanto ofereceria dados suficientes para permitir uma comparação um pouco mais significativa entre os processos foi a *economia anual obtida com todos os projetos Seis Sigma* (recorrer às considerações feitas em “Recolhimento de Dados” quanto às dificuldades práticas de uma pesquisa de campo).

Quando se usa *economia anual obtida com os projetos Seis Sigma realizados*, há alguns pontos que devem ser levados em consideração. Primeiramente, este parâmetro não leva em conta se uma companhia realizou apenas alguns poucos projetos com resultados de economias excepcionais ou um número grande de projetos, cada um com economias pequenas. Por outro lado, não seria uma boa solução comparar a economia média por projeto, já que assim não é possível medir o impacto total do Seis Sigma na companhia inteira, além de que tal métrica na verdade (não a média) varia grandemente de projeto para projeto.

Além do mais, como o tamanho das companhias na amostra varia grandemente, é evidente que a economia anual obtida com os projetos Seis Sigma realizados tem que ser ajustada para representar o verdadeiro impacto financeiro na empresa a fim de permitir comparações. Desta forma, a fim de resolver este problema de forma efetiva, decidiu-se usar a *economia anual obtida com os projetos Seis Sigma realizados dividida pelo faturamento anual da companhia*.

Portanto, *economia anual obtida com os projetos Seis Sigma realizados dividida pelas vendas anuais da empresa* foi considerado no caso em questão o melhor (embora claramente não perfeito) parâmetro a ser usado a fim de levar a cabo uma comparação.

Porém, quando se usa este parâmetro, surge um problema não ignorável para as análises – uma diferença significativa entre as (grandes) companhias americanas e as italianas (companhias de pequeno ou médio porte).

Entre as italianas o resultado para tal parâmetro variou de 0.03% a 0.32%. Entre as companhias americanas, por outro lado, o mesmo parâmetro variou de 6.6% a 11.8%. Isto não significa que as italianas não sabem selecionar projetos Seis Sigma, ao invés, indica que para

elas o Seis Sigma ainda não produz um grande impacto financeiro positivo, no que diz respeito a economias. Assim, na amostra analisada, é possível dizer que empresas de porte menor obtêm resultados (medidos pelo parâmetro em questão) muito menos significantes ao aplicar Seis Sigma do que as grandes companhias.

A distribuição dos resultados em questão pode ser vista no gráfico seguinte, no qual a escala à esquerda representa as economias obtidas pelas empresas italianas e a da direita representa as americanas.

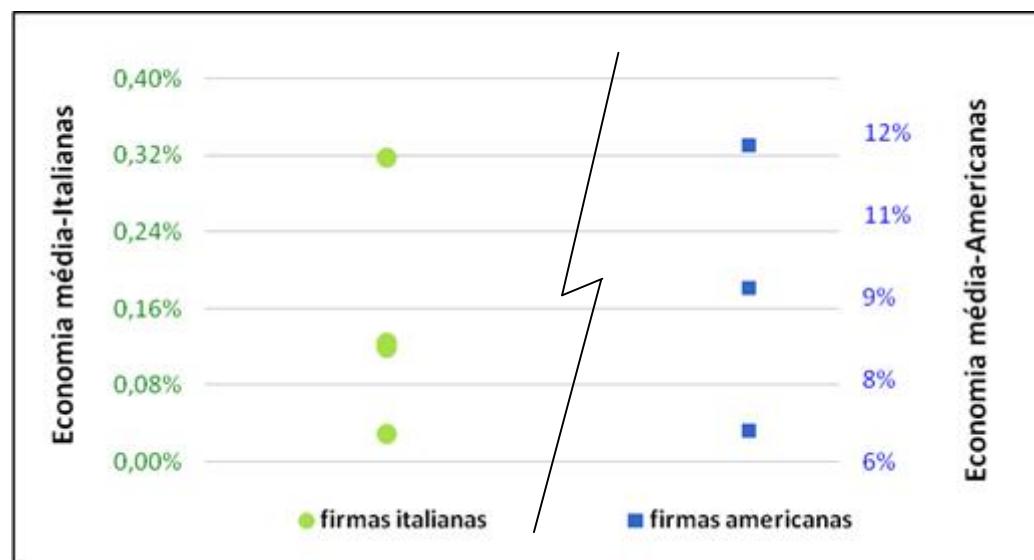


Figura 25 - Economias atingidas sobre faturamento anual, comparação

Assim, se a análise fosse feita usando diretamente o parâmetro até agora definido para “resultados” (*economia anual sobre vendas*), os resultados das empresas italianas seriam considerados virtualmente nulos e seria como se elas não fossem levadas em conta, ou simplesmente consideradas como havendo fraquíssimo desempenho – o que provavelmente não é verdade, já que o baixo resultado médio mostrou-se como singularidade do grupo devido provavelmente às suas características singulares e não à incapacidade ou falta de destreza de tais empresas em selecionar projetos.

A fim de permitir uma melhor e mais justa comparação entre os métodos usados para a Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma que levasse em conta os dados de ambos os grupos, classificaram-se os resultados (*economia total por ano sobre vendas*) dentro de cada grupo em três níveis (discretização), atribuindo pontos de acordo com a seguinte tabela:

| Resultado intra-grupo | Pontos |
|-----------------------|--------|
| Alto | 3 |
| Médio | 2 |
| Baixo | 1 |

Tabela 5 - Pontuação conforme resultado dentro do grupo

Com esta atribuição de pontos de acordo com a classificação intra-grupo (e não geral) dos resultados obtidos, anulam-se os efeitos nos resultados devidos às diferenças existentes entre o grupo das grandes e das pequenas empresas. Desta maneira, a nova pontuação não reflete as imparidades ou nuances de cada grupo, mas quanto bom foram os resultados de cada empresa dentro do ambiente e grupo aos quais pertence.

Uma consequência potencialmente negativa de assumir tal classificação é que, por exemplo, a pior companhia dentre as americanas receberá uma pontuação inferior que a melhor companhia italiana, embora o resultado absoluto da primeira tenha sido muito mais alto. Porém, mesmo consciente deste impasse, concluiu-se que os grupos deveriam ser divididos desta maneira, assumindo como hipótese predominante que as companhias italianas não obtiveram resultados tão significantes quanto as americanas principalmente devido aos seus portes e condições do mercado em que estão inseridas, mais do que às suas habilidades em selecionar os melhores projetos.

Uma possível justificativa para tal argumentação é que em empresas muito maiores (que chegam a pertencer a outra classificação entre pequena, média ou grande) cada projeto pode ser estendido ao longo de uma organização muito mais extensa e obter assim mais facilmente um tipo de efeito multiplicativo - uma singularidade que não pode ser superada de maneira satisfatória simplesmente dividindo as economias geradas pelas vendas anuais da empresa.

A grande diferença entre resultados em PME e corporações grandes verificada na presente amostra poderia servir como motivação para pesquisas futuras a fim de checar se este “efeito multiplicativo” também acontece em demais amostras e pode enfim ser generalizado e confirmado.

Se a pesquisa tivesse obtido um número maior de respostas, teria sido possível executar as análises que seguem dentro de cada grupo (estratificação) sem ter que lançar mão da classificação apenas explicada. No entanto, nas atuais circunstâncias (de uma amostra muito pequena), essa foi tida como a melhor solução.

Nas análises seguintes, tentar-se-ão achar correlações entre os principais parâmetros definidos para o processo de seleção de projetos - as fontes, ferramentas usadas para a identificação, critérios e ferramentas usadas para a priorização - e os resultados obtidos; usando sempre, daqui por diante, como significado do termo "resultados" aquele apenas definido e apresentado acima na tabela.

4.2.2 Fontes vs. Resultados

A lógica usada para construir o próximo gráfico é a mesma usada para construir todos os gráficos seguintes da Análise de Desempenho, desta forma, explicar-se-á ao leitor apenas uma vez como foram obtidos os pontos a fim de evitar repetição:

Considerando que foi requisitado aos respondentes que classificassem as fontes em ordem de importância (1 sendo o mais importante), uma pontuação diferente foi atribuída de acordo com a classificação dada, com a fórmula:

$pontos = 1 / classificação$, conforme a tabela abaixo:

*Pontuação relativa à posição
recebida na classificação*

| Classificação recebida | Pontos |
|---------------------------|--------|
| 1º | 1,00 |
| 2º | 0,50 |
| 3º | 0,33 |
| 4º | 0,25 |
| 5º | 0,20 |
| 6º | 0,17 |
| 7º | 0,14 |
| nenhuma | 0,00 |

Tabela 6 - Transformando classificação em pontuação

Então, somam-se todos os pontos atribuídos a cada fonte, como se pode observar na tabela seguinte:

Tabela 7 - somando os pontos, exemplo ilustrativo

| Fontes usadas | Empresa | | |
|------------------------------------|----------------|-------------|-------------|
| | a | b | c |
| Clientes | 1,00 | | 0,20 |
| Funcionários | 0,50 | | |
| Extensão de projetos anteriores | | 0,33 | 0,25 |
| Fornecedores | 0,25 | | |
| Benchmark contra outras companhias | | | |
| Desenvolvimentos na tecnologia | | | 0,33 |
| Redução de Desperdício | | | 0,50 |
| Outras | 0,33 | 1,00 | 1,00 |
| Soma | 2,08 | 1,33 | 2,28 |

Tendo a soma dos pontos é fácil calcular a importância relativa de uma fonte para cada empresa respondente. Por exemplo, para a primeira companhia, *Clientes* representa $1,00/2,08 = 48\%$ do peso total distribuído por esta empresa a todas as possíveis fontes. A tabela a seguir mostra a computação da importância relativa de cada fonte para o exemplo em questão.

Tabela 8 - importância relativa de cada fonte, exemplo ilustrativo

| Importância relativa de cada fonte | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Clientes | 48% | 0% | 9% |
| Funcionários | 24% | 0% | 0% |
| Extensão de projetos anteriores | 0% | 25% | 11% |
| Fornecedores | 12% | 0% | 0% |
| Benchmark contra outras companhias | 0% | 0% | 0% |
| Desenvolvimentos na tecnologia | 0% | 0% | 15% |
| Redução de Desperdício | 0% | 0% | 22% |
| Outras | 16% | 75% | 44% |

| | | | |
|--|----------|-----------|----------|
| Resultado normalizado para cada firma | 3 | NA | 2 |
|--|----------|-----------|----------|

Tabela 9- resultados das empresas conforme pontuação definida, um exemplo ilustrativo

O próximo passo é associar uma fração do *resultado* (conforme definido no início do sub-capítulo) obtido pela companhia (exemplo na tabela acima) a cada fonte, de acordo com a sua importância relativa.

Por exemplo, $48\% * 3 = 1,44$ pontos do resultado da primeira companhia serão associados à fonte *Clientes*, e assim por diante (ver tabela a seguir).

Resultado associado a cada fonte (obs: se não medido = no)

| | | | |
|------------------------------------|--------|----|------|
| Clientes | → 1,44 | no | 0,18 |
| Funcionários | 0,72 | no | 0,00 |
| Extensão de projetos anteriores | 0,00 | no | 0,22 |
| Fornecedores | 0,36 | no | 0,00 |
| Benchmark contra outras companhias | 0,00 | no | 0,00 |
| Desenvolvimentos na tecnologia | 0,00 | no | 0,29 |
| Redução de Desperdício | 0,00 | no | 0,44 |
| Outras | 0,48 | no | 0,88 |

Tabela 10 - resultado associado a cada fonte, exemplo ilustrativo

São então somados os resultados atribuídos a cada fonte e dividida a soma pelo número de companhias que usaram a fonte (percorre-se a tabela acima no sentido horizontal) e que mediram de fato os resultados (economias anuais). Isto (de não considerar na soma as pontuações iguais a zero) é feito para evitar calcular a média em cima de um número grande de companhias que não identificaram os seus resultados e, portanto não são pertinentes ao estudo (não se sabe se obtiveram resultados altos ou baixos).

Além de traçar os resultados em relação às fontes usadas, decidiu-se acrescentar uma terceira dimensão à análise, incluindo também a porcentagem das companhias que usam cada fonte. Isto é muito útil, porque permite mostrar não somente quais são as fontes que correspondem aos melhores resultados, mas também quantas companhias estão de fato usando cada fonte e assim quais são mais ou menos populares e quais dados são mais ou menos significativos.

Para representar estas três variáveis no mesmo gráfico, utilizou-se um gráfico de bolhas, no qual o eixo x representa a fonte, o eixo y o resultado associado à fonte (conforme a lógica explicada acima) e, por último, a porcentagem de companhias que usam cada fonte vem representada pelo tamanho da bolha.

Abaixo segue o gráfico de bolhas assim obtido para Fontes Vs. Resultados :

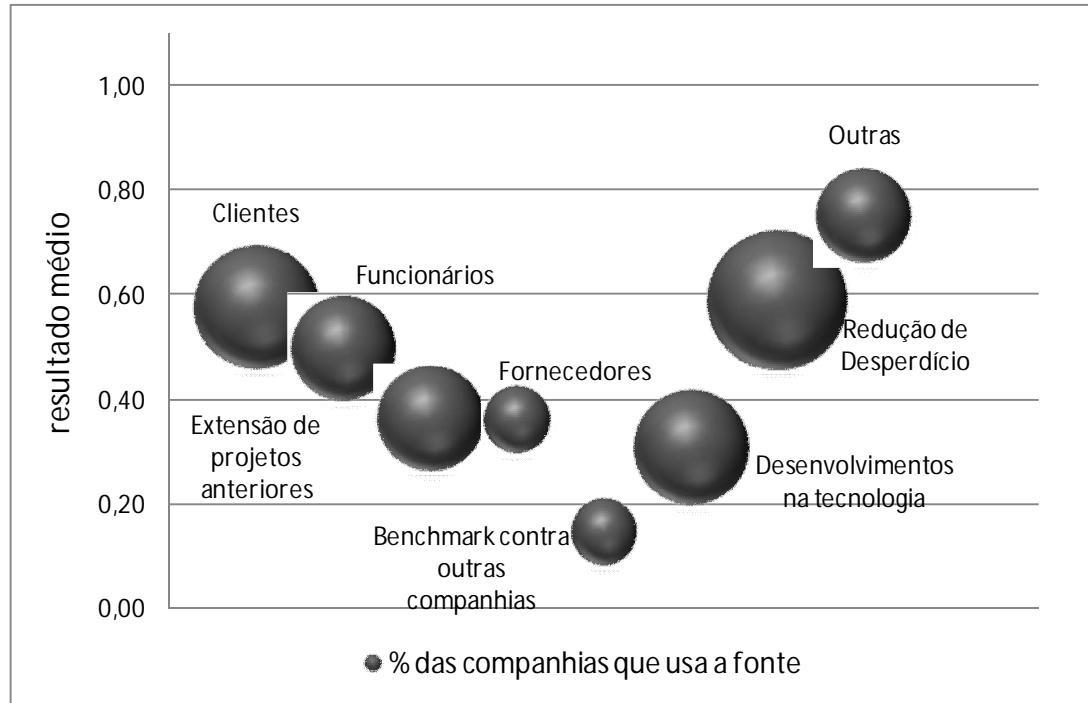


Figura 26- Fontes vs. resultados , bolha

Pode ser notado que as fontes *redução de desperdícios*, *clientes* e *funcionários* apresentam um resultado médio mais alto do que as outras fontes. Como a área das bolhas *redução de desperdícios* e *clientes* são relativamente grandes (82% e 64%, respectivamente), pode ser dito que a maioria das empresas está usando as fontes que correspondem aos melhores resultados. *Funcionários*, porém, é usado apenas por 45% das empresas, sendo este um possível ponto para melhoria.

Na ponta inferior, é visível que a fonte *Benchmark contra outras companhias* não é associada a resultados importantes, e nem é usada por muitas empresas. A razão para este baixo resultado é que todas as empresas que usam tal fonte classificaram-na como a menos importante fonte de idéias para projetos Seis Sigma, recebendo esta assim uma porcentagem muito baixa do resultado obtido pela empresa, de acordo com o uso do algoritmo explicado.

Neste caso, à fonte *outros* foram associados o retorno mais alto. Analisando os dados vê-se que duas empresas consideraram outras fontes que não aquelas presentes no questionário como sendo a fonte mais importante. Uma delas identificou *sugestões dos Champions /Sponsors* como a fonte mais alta na classificação e a outra empresa identificou *confiança e produtividade* como mais importante. Sendo assim, a fonte *outros*, apesar de muito pontuada, não representa resultados extremamente importantes que apontem para algo



em específico, já que deriva de resultados medianos de fontes diferentes (além de uma delas, *confiança e produtividade*, não ser clara).

O próximo gráfico reforça a análise há pouco feita. Ele traça os resultados associados com cada fonte no eixo vertical contra a porcentagem de adotantes no eixo horizontal. Entretanto permite a realização de uma análise gráfica mais didática e rápida, ao dividir-se oportunamente o gráfico em quatro áreas:

A1) área Superior Esquerda. Poucos adotantes e resultados altos. Símbolo: !

Os pontos nesta área podem ser possibilidades potenciais para melhoria (sugestões para adoção)

A2) área Superior Direita. Muitos adotantes e resultados altos. Símbolo: SIM

Os pontos nesta área podem ser considerados como técnicas consolidadas como boas para serem adotadas.

A3) área Inferior Direita. Muitos adotantes e resultados baixos. Símbolo: NÃO

Os pontos nesta área podem ser considerados como técnicas a ruins de serem usadas.

A4) área Inferior Esquerda. Poucos adotantes e resultados baixos. Símbolo: ?

Os pontos nesta área podem ser considerados como técnicas a serem preferencialmente evitadas.

Claro que, quanto mais um ponto está próximo ao centro do gráfico, mais duvidosa é sua classificação. Além disso, devido ao tamanho pequeno da amostra, quanto mais um ponto está à esquerda do gráfico, menor a significância dos dados relativos a ele. (São os casos das áreas “!” e “?”)

Tal análise também será feita com os outros parâmetros do processo de Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma. A fim de evitar repetições desnecessárias, nas próximas vezes a explicação detalhada será evitada.

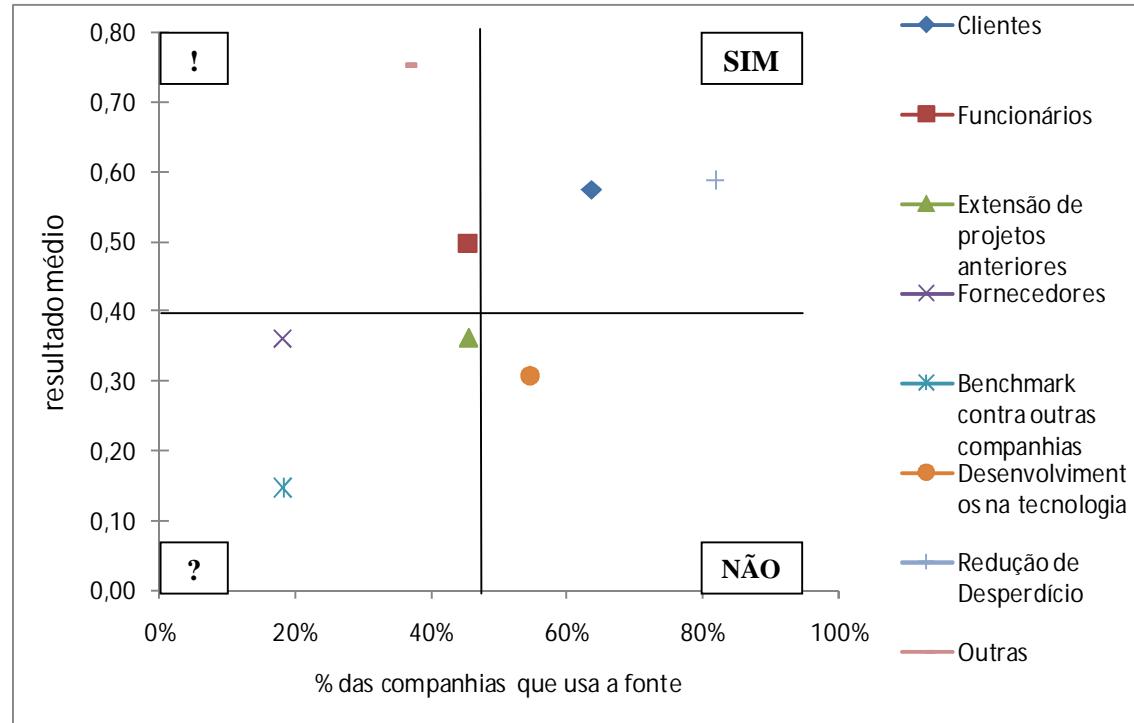


Figura 27 - Fontes vs. resultados , análise gráfica

Como pode ser visto os mesmos resultados que foram comentados antes são reforçados. Por exemplo, *redução de desperdícios* apareceu claramente dentro da área “SIM”, como uma fonte boa para ser usada.

4.2.3 Ferramentas de identificação vs. Resultados

Este próximo gráfico, como diz o título, plota a relação entre as ferramentas de identificação de projetos Seis Sigma versus os seus respectivos resultados associados. Igualmente à análise anterior, as áreas das bolhas representam a porcentagem de todas as companhias que usam cada ferramenta específica.

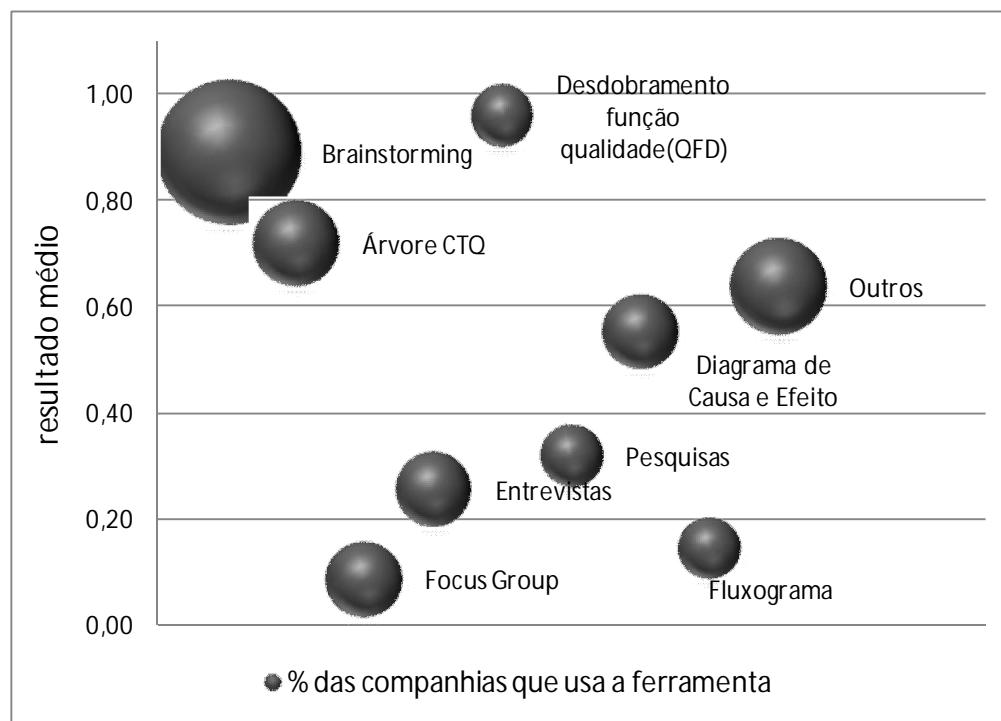


Figura 28 - Ferramentas de identificação vs resultados , bolha

Uma análise visual revela que *QFD*, *Brainstorming* e *Árvore CTQ* são as ferramentas associadas aos resultados mais altos. Porém, apenas *Brainstorming* é usado pela maioria das companhias; na verdade, todas as companhias da amostra declararam usá-lo como uma ferramenta de identificação e 80% delas o classificaram como primeira ou segunda ferramenta mais importante.

QFD é, ao contrário, usado apenas por duas companhias na amostra, sendo que apenas uma dessas proveu os dados de seus resultados econômicos e pôde ser computada. A empresa em questão classificou esta como a sua ferramenta mais importante para a identificação de projetos Seis Sigma. Considerando que a amostra é muito pequena para ter alguma significância estatística, é muito difícil dizer que usar o *QFD* resultará em economias maiores.

A Árvore CTQ foi declarada como sendo usada por 36% das companhias, aparecendo sempre como primeira ou segunda ferramenta de identificação mais importante entre as companhias com resultados medianos ou altos. Portanto, esta é uma ferramenta que poderia ter seu uso expandido a outras firmas à procura de resultados melhores.

Na outra ponta, *focus groups*, *fluxograma*, *entrevistas* e *pesquisas* são as ferramentas associadas aos menores resultados.

Como na análise prévia, a voz *outros* é de fato a combinação de muitas técnicas diferentes, não tendo nenhum significado de extrema relevância para a análise. Algumas das respostas providas em *outros* foram: *Data mining*, *value stream mining* e *internal benchmarking*. Estas podem servir como uma possível lista de ferramentas além daquelas aqui apresentadas para pesquisas semelhantes no futuro.

Análise de Kano não aparece neste gráfico, já que, como visto em 4.1.8, não é usado por quaisquer das companhias.

A análise gráfica, análoga àquela feita para as fontes, é como segue:

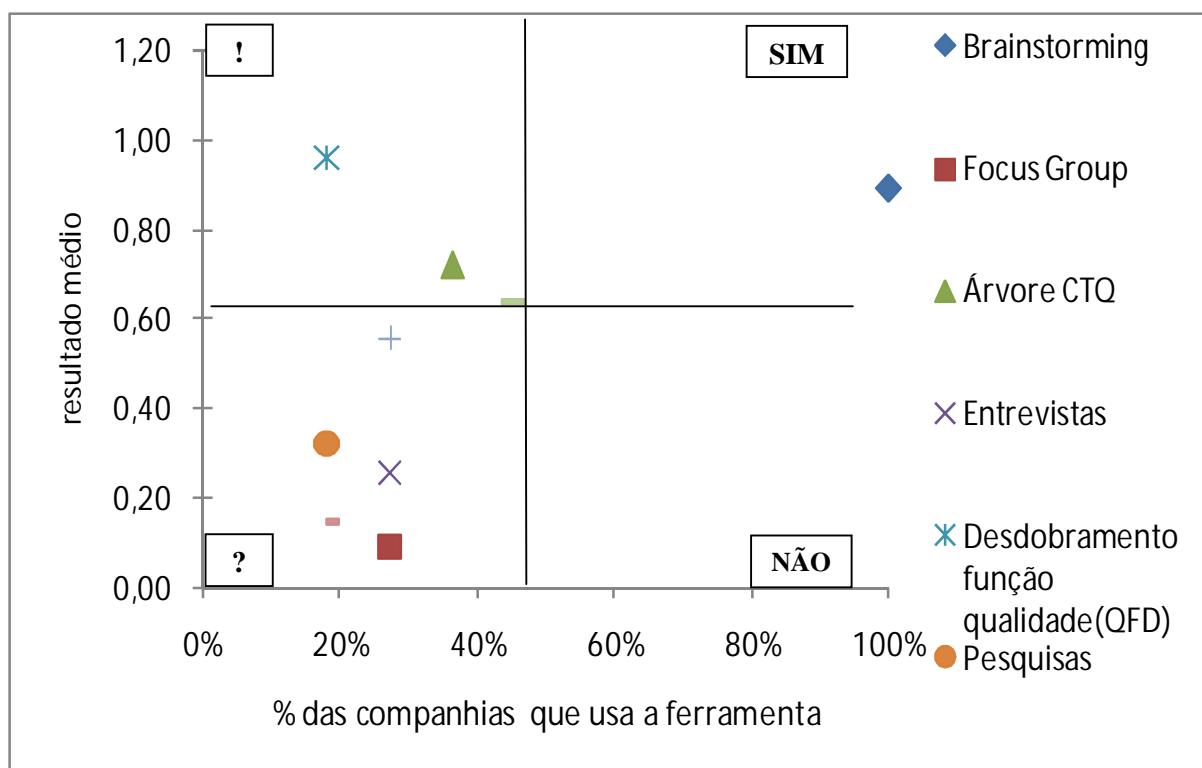


Figura 29 - Ferramentas de identificação vs. resultados , análise gráfica

4.2.4 Critérios vs. Resultados

Esta próxima análise classifica os critérios relacionando-os aos resultados alcançados. Para evitar diluir os resultados entre todos os critérios usados, levaram-se em conta só os critérios classificados acima de “moderadamente importante” na pesquisa. (Tal idéia vai de encontro à idéia de *linha vital* nos estudos da escala Likert).

Os resultados podem ser vistos no gráfico abaixo:

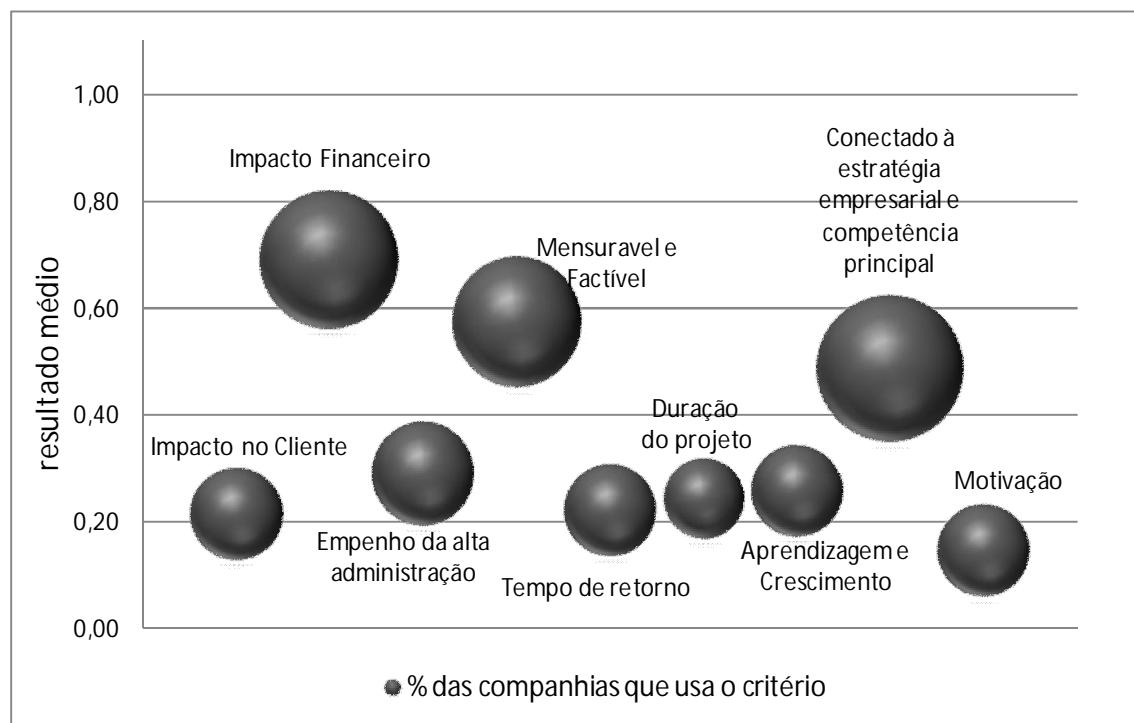


Figura 30 - Critérios vs. resultados , bolha

A primeira coisa a ser notada é que, globalmente falando, as empresas que focalizam em metas econômicas são coerentes com tais critérios, já que *impacto financeiro* foi o critério considerado mais importante e também o que é associado (de acordo com o algoritmo apresentado no início) com os melhores resultados econômicos. Para ser exato, *impacto financeiro* é considerado um critério importante por nove das onze empresas na amostra.

Os próximos dois critérios associados com os resultados mais altos são, em ordem descendente, *Mensurável e Factível* e *Conectado à estratégia e competência da empresa*. Eles são usados por 73% e 91% das empresas, respectivamente.

Na região inferior do gráfico bolha, estão os critérios associados com os resultados mais baixos: *motivação*, *impacto no cliente*, *short tempo de retorno*, *duração do projeto*,

Aprendizagem e Crescimento e Empenho da alta administração. Adequadamente, tais critérios são considerados relevantes apenas para a minoria (cerca de 36%) dos respondentes (tamanho das bolhas).

Deste gráfico é difícil extrair grandes sugestões ou pontos de melhora para as empresas, já que os critérios associados com os resultados mais altos também são aqueles mais usados pelas companhias, e vice-versa no caso dos critérios com os mais baixos resultados.

A análise gráfica é como segue:

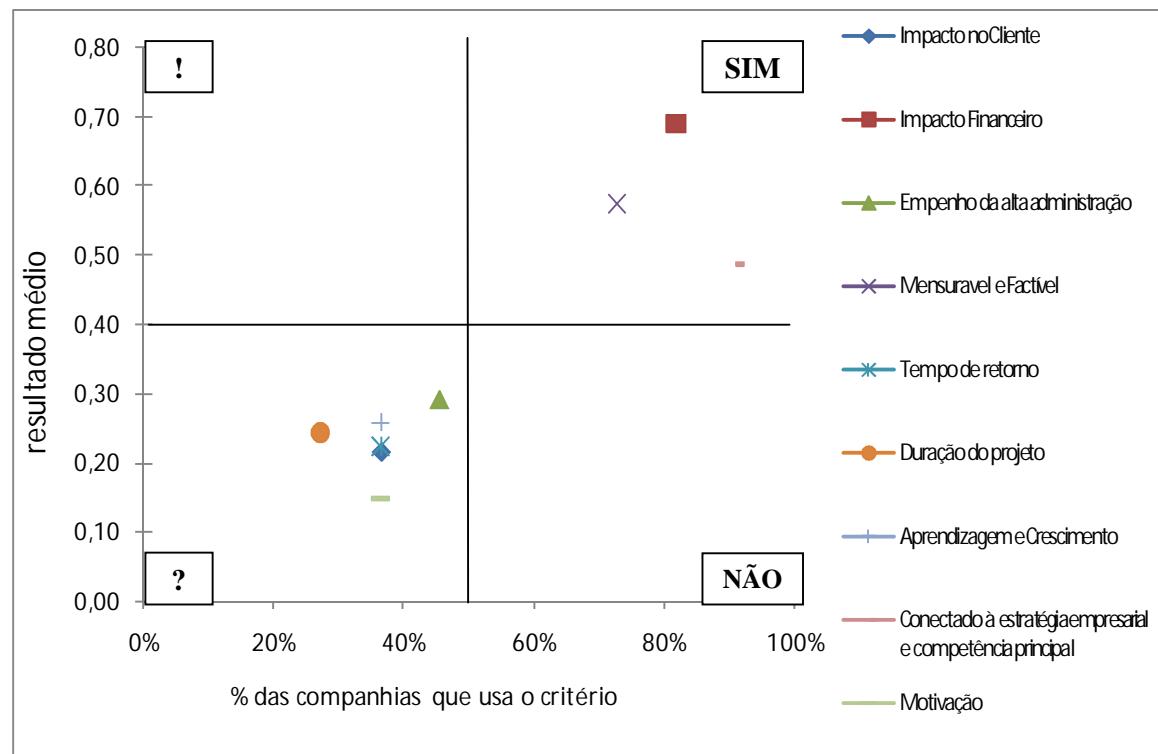


Figura 31 - Critérios vs. resultados , análise gráfica

Impacto financeiro se destaca como um critério realmente bom para ser usado. Seguido por *Mensurável e Factível* e *Conectado à estratégia e competência da empresa* (área “SIM”).

4.2.5 Ferramentas de priorização vs. Resultados

Este gráfico traça as ferramentas usadas para priorização e seleção de projetos Seis Sigma contra os resultados obtidos.

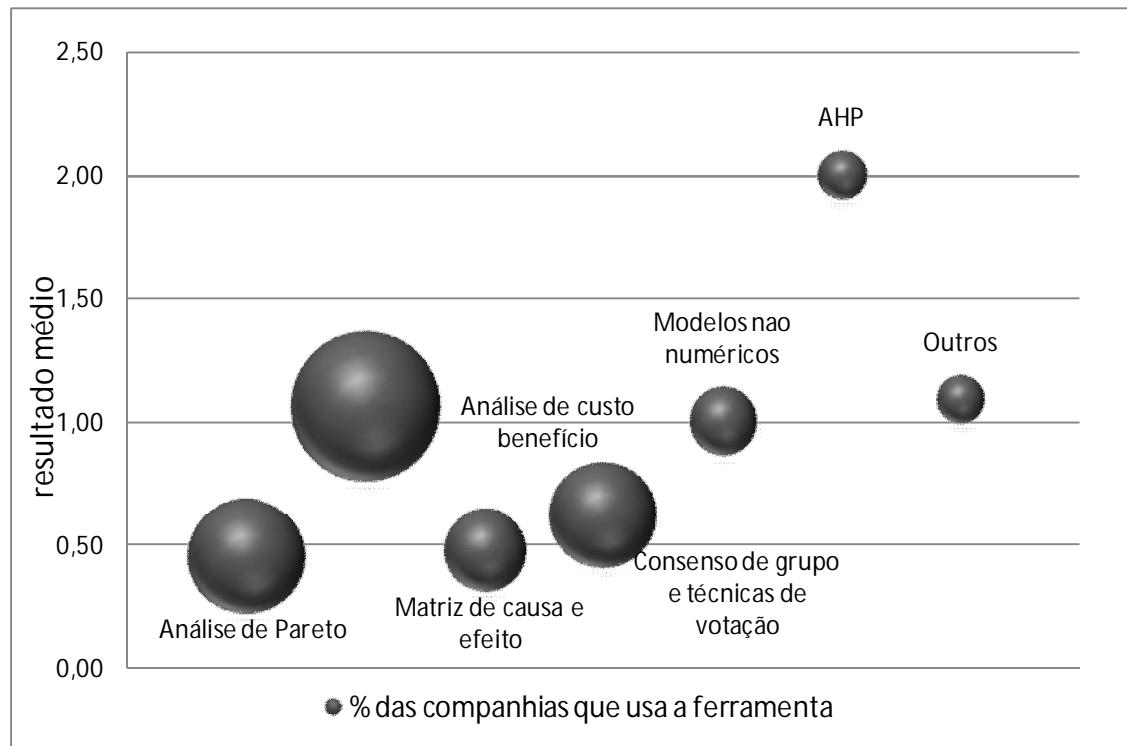


Figura 32 - Ferramentas de priorização vs. resultados , bolha

É notável que *AHP* é a ferramenta de priorização associada com os resultados mais altos, mas é usada por uma única companhia na amostra. Como a companhia que a usou obteve resultados muito altos e a classificou como sua ferramenta mais importante, ao usar o algoritmo definido, *AHP* salta fora como a "melhor" ferramenta de priorização e talvez devesse ser adotada por mais empresas (porém, como apenas mencionado, este resultado baseia-se em uma amostra extremamente pequena).

A ferramenta que vem em segundo lugar é *Análise de custo-benefício* sendo usada por 91% das companhias e na maioria dos casos como a primeira ou a segunda mais importante ferramenta de priorização de projetos. Assim, neste caso, é mais fácil afirmar que existe uma potencial correlação entre usar *Análise de custo-benefício* e obter melhores resultados financeiros.

Por outro lado, *Análise de Pareto* aparece como a ferramenta associada aos mais baixos resultados. Ao olhar melhor para os dados, percebe-se que isto acontece porque

Análise de Pareto nunca é usada como a ferramenta principal para priorizar projetos Seis Sigma, recebendo, conforme o algoritmo explicado, uma baixa porcentagem dos resultados das empresas. Além disso, nenhuma das companhias com resultados muito altos declarou usá-la. Comparando com a análise da literatura, este resultado é uma surpresa.

As ferramentas *TOC* e *PPI* não aparecem no gráfico porque nenhuma das companhias da amostra declarou usá-las.

A análise gráfica deste último parâmetro é mostrada na próxima figura:

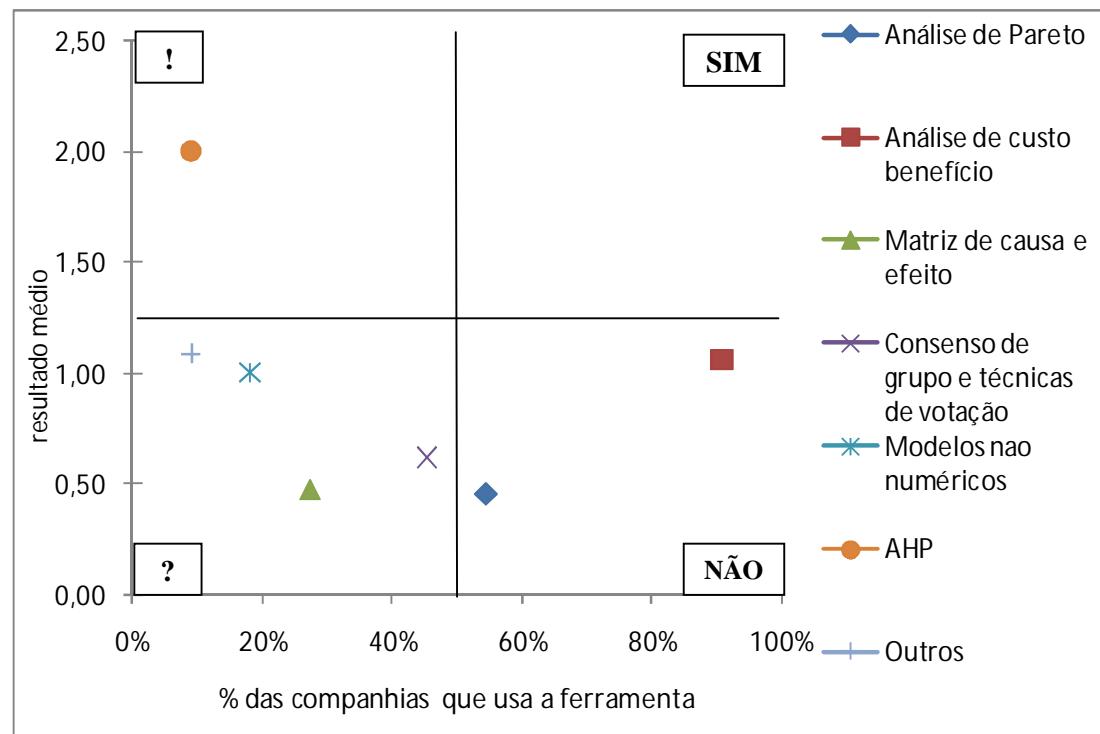


Figura 33 - Ferramentas de priorização vs. resultados , análise gráfica

Como foi mencionado antes sobre a *AHP* (na área “ ! ” = sugerido para a adoção), ela encontra-se muito próxima ao eixo esquerdo, significando que poucas companhias a usam e assim as conclusões a respeito têm baixa significância. Neste caso, embora *Análise de custo-benefício* apareça no quadrante direito inferior, o autor deste trabalho ainda acredita mais correto considerá-la como uma ferramenta de priorização “boa para uso” (área “SIM”) de maneira consolidada. Isso porque a razão principal pela que tal ferramenta tenha caído neste quadrante (inferior) era porque os resultados associados com *AHP* eram muito altos (*outlier*) e moveram os “limites didáticos” de classificação do gráfico.

4.3 Análises adicionais e correlações

4.3.1 Introdução

Este capítulo(4.3), diferentemente dos dois prévios, não foca numa análise descritiva da amostra ou propõe o achado de uma *melhor prática*; ao invés, comprehende algumas análises extras, principalmente procurando correlações entre as variáveis que caracterizam o processo.

O objetivo é principalmente de verificar algumas suposições teóricas (a maioria citada de algum modo durante o capítulo 2, Análise da Literatura) ou perguntas postas pelos peritos entrevistados sobre o processo de seleção de projetos Seis Sigma ou mesmo sobre a metodologia em si.

A fim de limitar o estudo, escolheram-se apenas quatro análises dentre estas suposições teóricas e perguntas levantadas para serem analisadas em maiores detalhes (na verdade para serem incorporadas ao texto). As correlações a serem examinadas são:

- Número de praticantes Seis Sigma vs. Tempo desde a implementação
- Critérios vs. Tempo desde a implementação
- Motivação vs. Nível de *top-down approach*
- Motivação vs. Duração dos projetos e *tempo de retorno*

4.3.2 Número de praticantes Seis Sigma vs. Tempo desde a adoção do Seis Sigma

O escopo desta análise é identificar como o número de praticantes do Seis Sigma dentro da empresa varia de acordo com os anos de implementação da metodologia. Como praticantes do Seis Sigma consideram-se aqui aqueles com algum nível de treinamento específico, como explicado no início do trabalho.

Espera-se que o número de praticantes aumente com a maturidade da metodologia, porém, (como nas próximas análises) pretende-se verificar tal fato na prática e checar como realmente se comporta este número.

De acordo com literatura, um dos benefícios principais do treinamento do Seis Sigma é que este ensina todos os empregados a falarem uma linguagem comum ao enfrentarem problemas e a fazê-lo de maneira sistemática e eficiente. Assim, quanto maior a porcentagem de empregados que forem treinados na metodologia Seis Sigma, maior a interação entre eles e maiores as chances para o sucesso da mesma.

O próximo gráfico é muito simples e mostra o número total de praticantes Seis Sigma conforme o tempo de implementação.

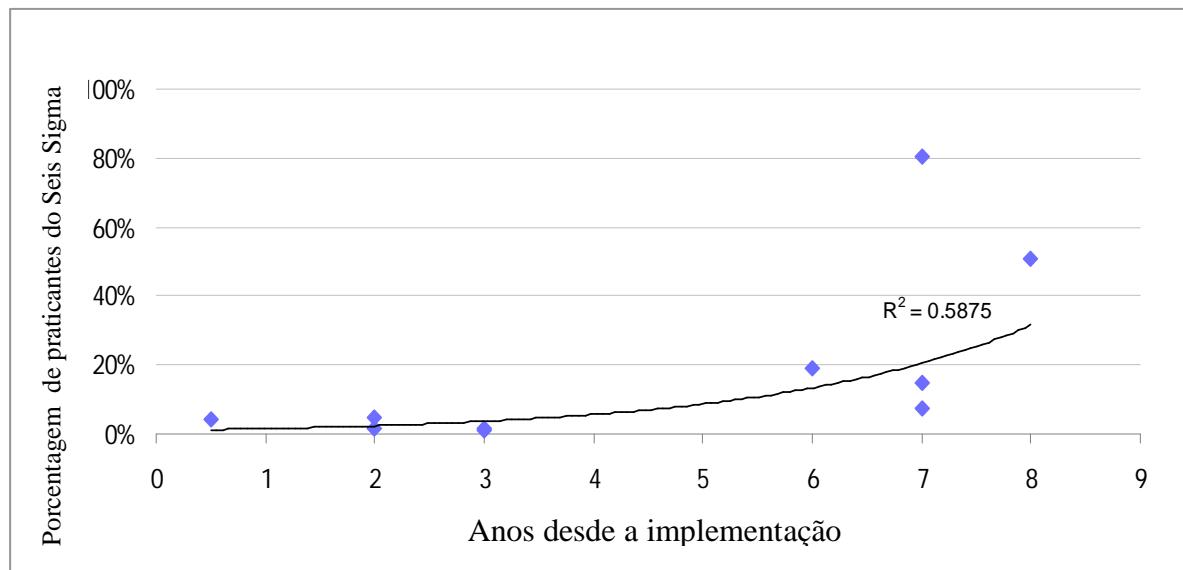


Figura 34 - Porcentagem de praticantes Seis Sigma vs. aos de implementação

Usando Microsoft Excel traçou-se a linha de tendência que melhor explica os dados. O tipo de regressão que melhor explicou os dados foi o de uma curva exponencial, resultando em um R^2 de 0,5875. Em outras palavras, a curva exponencial explica 58,75% do arranjo dos dados; lembrando-se que um coeficiente de determinação R^2 igual a 1 explica 100% da disposição dos pontos.

A provável razão para que o número de praticantes cresça exponencialmente, em vez de linearmente, é que depois que o primeiro grupo de *Black belts* e *Green belts* foi formado, eles espalharão o conhecimento aos outros empregados seus colegas, através de treinamentos. Assim inicia-se um ciclo, causando uma espécie efeito de bola de neve (de difusão de conhecimento) ao longo da companhia.

Por isso, levando em conta também tal raciocínio qualitativo, pode-se com maior conforto aceitar o modelo exponencial sugerido pelos dados, mesmo R^2 não sendo extremamente alto.

Pontos principais:

- A porcentagem das pessoas com algum nível de treinamento em Seis Sigma (GBs, BB ou MBB) parece crescer exponencialmente ao longo dos anos de implementação da metodologia.

4.3.3 Critérios vs. Tempo de adoção do Seis Sigma

Aqui examinar-se-á se existem mudanças significativas na importância dada a cada critério de escolha de projetos Seis Sigma dependendo de há quantos anos a companhia implementa a metodologia. Com este escopo, pediu-se às companhias que classificassem a importância dos critérios nos diferentes períodos de tempo: os primeiros dois anos, terceiro e quarto anos, e quinto ano em diante. Assim se, por exemplo, uma companhia já estiver em seu sexto ano de implementação, terá relatado a importância dada aos critérios em cada um dos três diferentes períodos de tempo (nível de maturidade).

A importância é medida em uma escala crescente de 0 a 4, de acordo com as respostas nos questionários (escala Likert). Os resultados podem ser vistos nos gráficos de aranha, úteis para visualizar diferenças mais bruscas na distribuição global dos pesos aos critérios. Os gráficos de aranha são mostrados todos juntos na próxima página para uma visualização melhor das mudanças que acontecem de um “período de tempo de adoção” para outro.

É mais fácil notar uma diferença na forma dos gráficos de aranha entre o primeiro e os outros dois períodos de tempo de adoção, já que os gráficos dos períodos “2 a 4 anos de implementação” e “5 ou mais anos de implementação” apresentam praticamente a mesma forma, com algumas mudanças mais sutis.

Entre estas mudanças sutis do segundo para o terceiro período pode-se citar a pontuação mais alta para “*Conectado à estratégia e competência da empresa*” e “*duração do projeto*” junto com uma “*inflação*” global do gráfico (aumento da área). Esta inflação pode indicar um *over-scoring* sistemático no que diz respeito ao último “período”, o que poderia fazer as pontuações menos comparáveis entre os diferentes “períodos”.

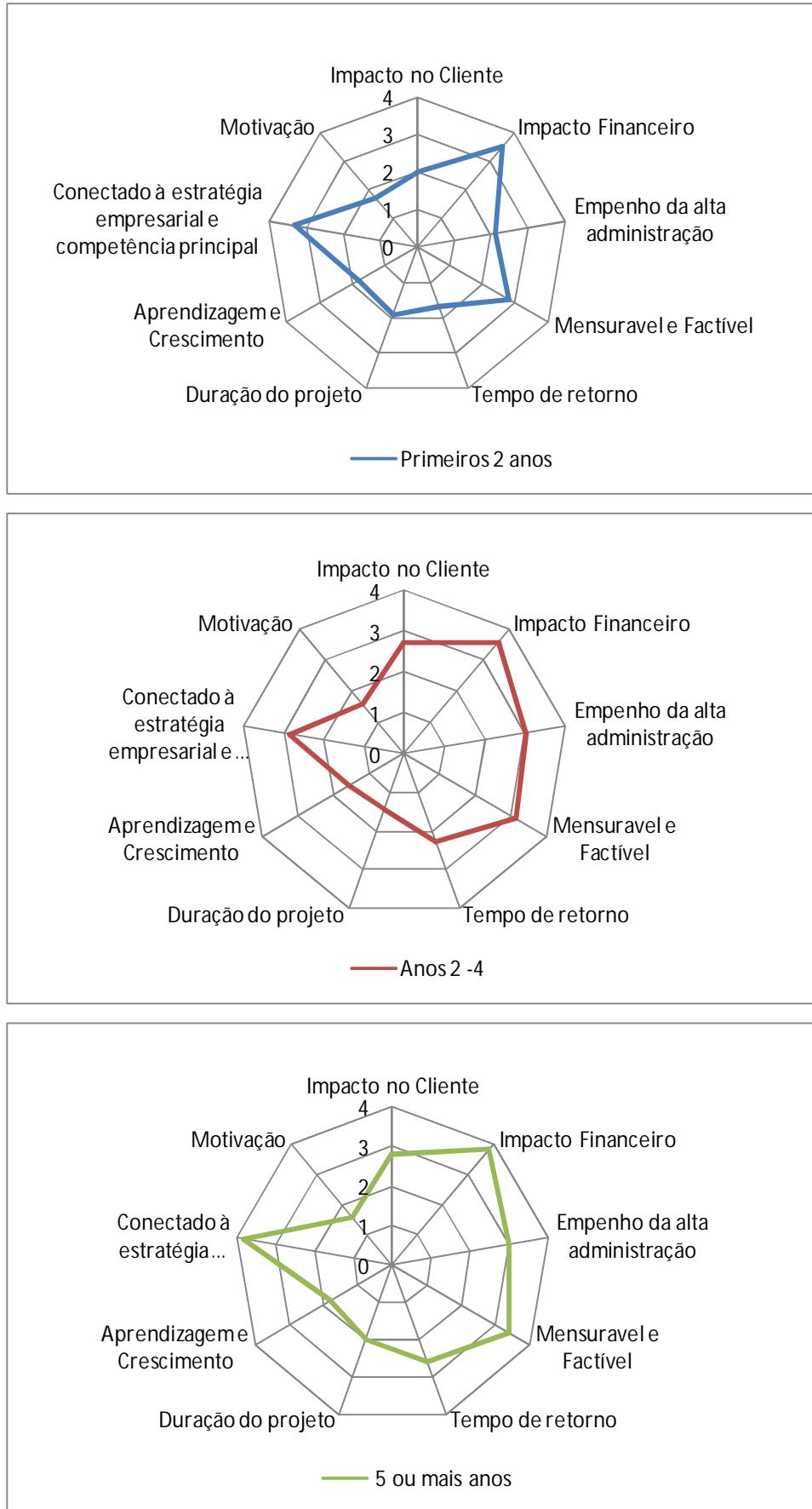


Figura 35 - Importância aos critérios, (2 primeiros anos, 3-4 anos, 5 ou mais anos)

Para complementar e apoiar a visão dada pelos gráficos de aranha e compensar a falta de diferenças pertinentes na forma ao longo dos períodos diferentes, plotaram-se os resultados em um gráfico de linha (*line chart*), com uma linha vital ao nível de pontuação "2 = moderadamente importante":

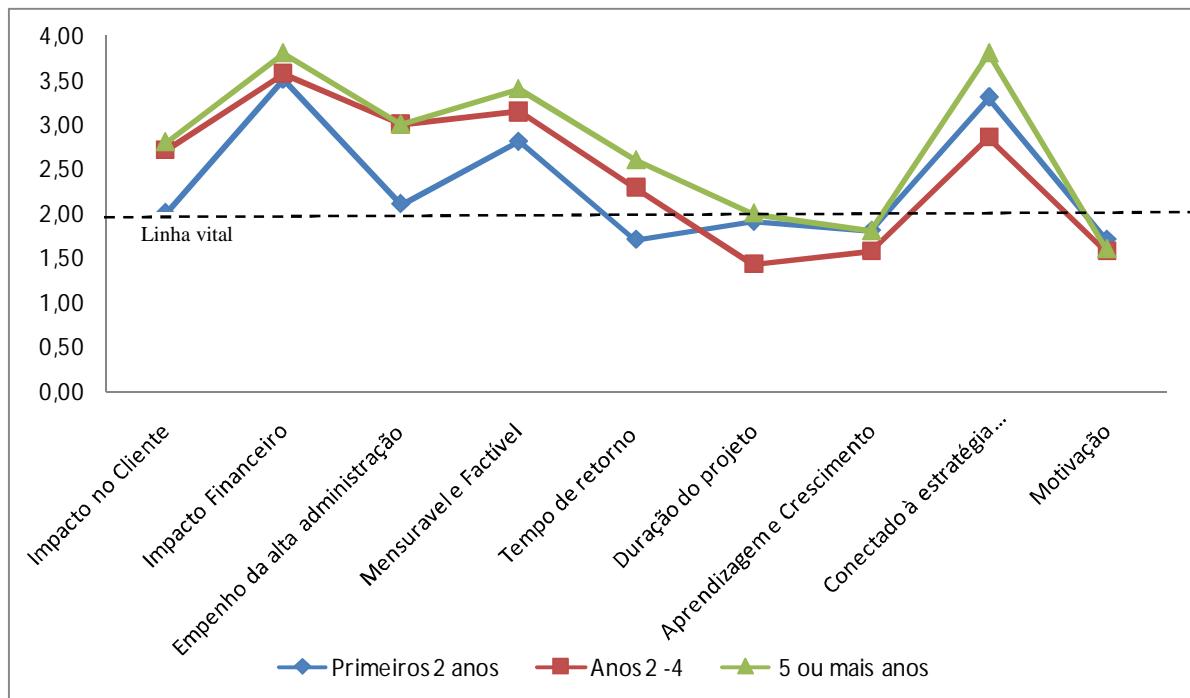


Figura Distribuição de importância de critérios de acordo com os anos desde implementação

Através de uma análise visual nota-se que há uma diferença, dependendo do tempo de adoção, na importância dada para *impacto no cliente* e *Empenho da alta administração*, com as companhias mais experientes considerando estes critérios muito mais importantes.

Também pode ser visto que, ao contrário do que foi visto e sugerido durante a análise da literatura (veja Smith (2002)), aqui as companhias mais jovens dão menos importância ao *tempo de retorno* como critério de seleção do que as empresas mais experientes. Porém, o critério *Duração do projeto* não varia significativamente ao longo dos diferentes tempos de implementação do Seis Sigma.

Além disso, independentemente do número de anos de implementação, *duração do projeto*, *aprendizagem e crescimento* e *motivação* não são critérios considerados importantes na priorização de projetos; diferentemente de *impacto financeiro* e *conectado à estratégia e competência da empresa* que são sempre considerados altamente importantes pelos respondentes em todos os tempos de implementação do Seis Sigma.

Baseado em argumentos da análise da literatura, daremos especial atenção na importância dada para o critério *impacto financeiro* ao longo dos anos:

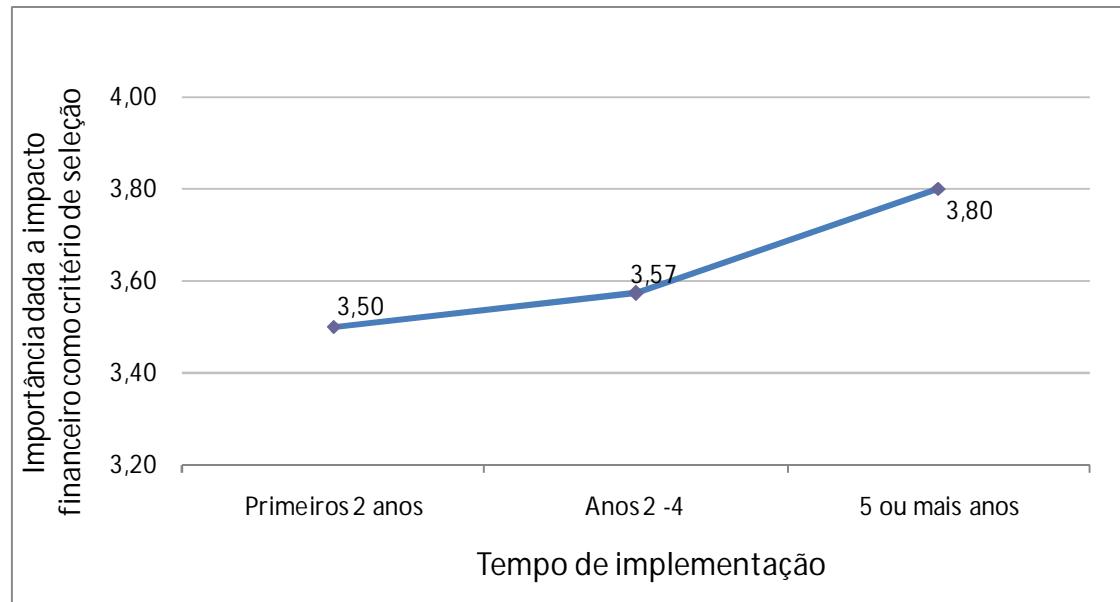


Figura 36 - Importância dada a *impacto financeiro* vs. Anos impl

O gráfico sugere que empresas que têm mais anos de implementação dão maior importância ao impacto financeiro de projetos na hora de selecioná-los.

Porém, esta conclusão poderia ser errônea. Como explicado previamente neste item, quando analisando os gráficos de aranha, tal inflação no grau de importância declarada poderia ser o efeito da super-pontuação (*overscoring*) de todas as respostas por parte daquelas empresas com mais anos de implementação (formada em maioria absoluta pelas americanas).

Para limpar os dados deste efeito de inflação global da pontuação, recalcularou-se a importância dada ao critério, usando agora os pesos relativos dentro de cada período de implementação, ao invés dos valores absolutos diretamente fornecidos nas respostas. (Como peso relativo entende-se a pontuação absoluta dada dividida pela soma dos pontos dados a todos os critérios). Faz-se assim com que os dados relativos a períodos diferentes de implementação sejam mais comparáveis. Os resultados são mostrados abaixo:

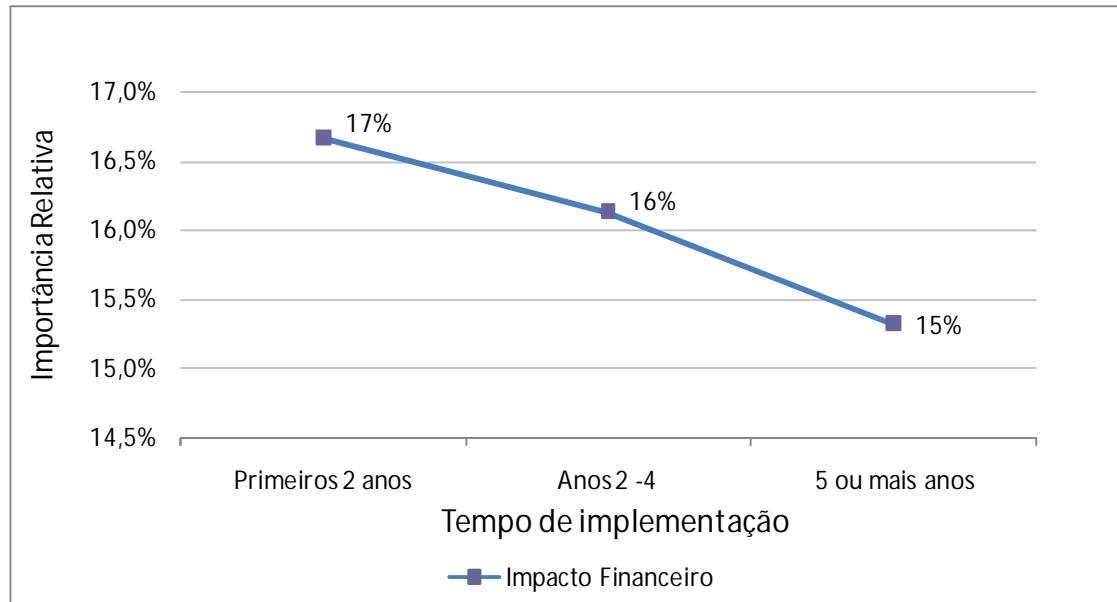


Figura 37 - Importância Relativa dada a *impacto financeiro* vs. Anos impl

Os novos resultados mostram o contrário do que aparecia no gráfico usando resultados absolutos: que empresas nos anos mais iniciais de implementação do Seis Sigma tendem a dar relativamente mais importância para *impacto financeiro* como um critério de seleção de projetos, quando comparado contra empresas com mais tempo de experiência na metodologia. Porém, ressalva-se que a variação na importância relativa conforme o tempo de implementação neste caso é muito pequena para permitir conclusões significativas.

Resumindo os resultados principais:

- Independentemente de quantos anos de implementação, em nossa amostra, *impacto financeiro* e *Conectado à estratégia e competência da empresa* sempre são considerados os dois critérios mais importantes ao selecionar projetos Seis Sigma,
- Depois dos dois anos iniciais nenhuma mudança radical na distribuição global da importância aos critérios de priorização de projetos Seis Sigma é notável com o passar do tempo.

4.3.4 Motivação vs. Nível de *top-down approach*

Como já comentado ao longo do texto, uma dose certa de *top-down approach* é aconselhável no contexto do Seis Sigma. Por outro lado, muitos peritos de administração, com raciocínio claro, defendem que uma hierarquia muito rígida e níveis extremos de *top-down*

approach poderia afetar negativamente a motivação e a produtividade dos empregados em geral.

Levando isto em consideração, tentar-se-á conferir se há qualquer indicação prática de uma relação entre o nível de *top-down* usado durante o processo de seleção de projetos e a motivação dos empregados.

A primeira relação que se tentou encontrar foi entre o nível de *top-down approach* (através do indicador definido anteriormente neste trabalho) e a importância que se dá ao critério *motivação* para selecionar projetos Seis Sigma.

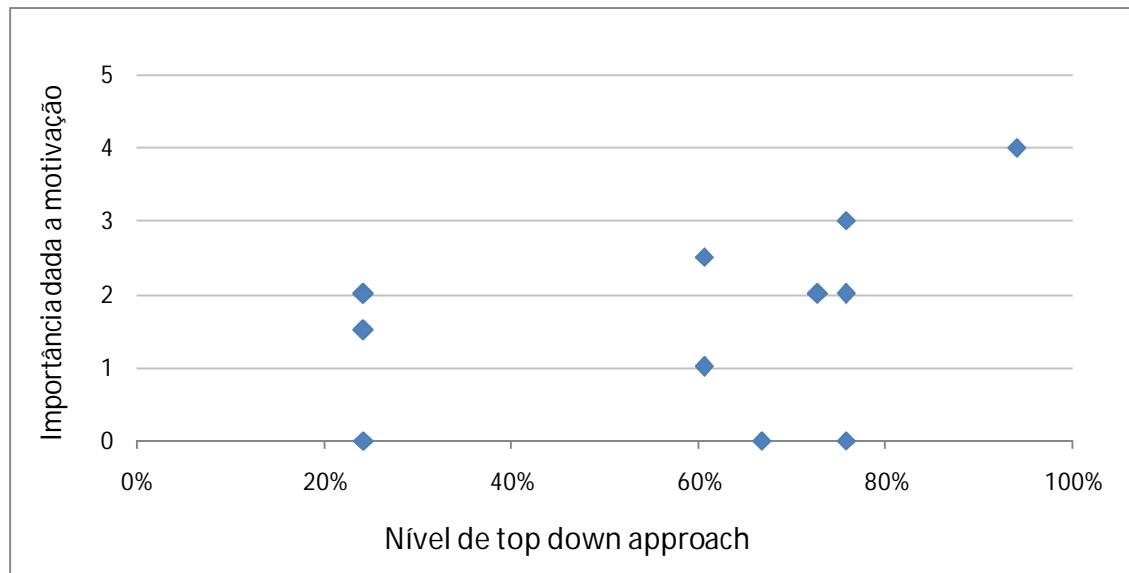


Figura 38 - Importância dada a *motivação* vs. nível de *top-down approach*

O gráfico mostra que para todos os diversos níveis de *top-down*, foram dados vários graus diferentes de importância ao critério *motivação* (a amplitude é sempre alta). Porém, quanto mais alto o nível de *top-down approach*, mais alta foi a importância máxima (e média) dada à *motivação* como critério de seleção de projetos.

Para conferir melhor esta relação, limpam-se os dados referentes às empresas que não consideraram *motivação* como um critério (os zeros em importância), obtendo o seguinte gráfico:

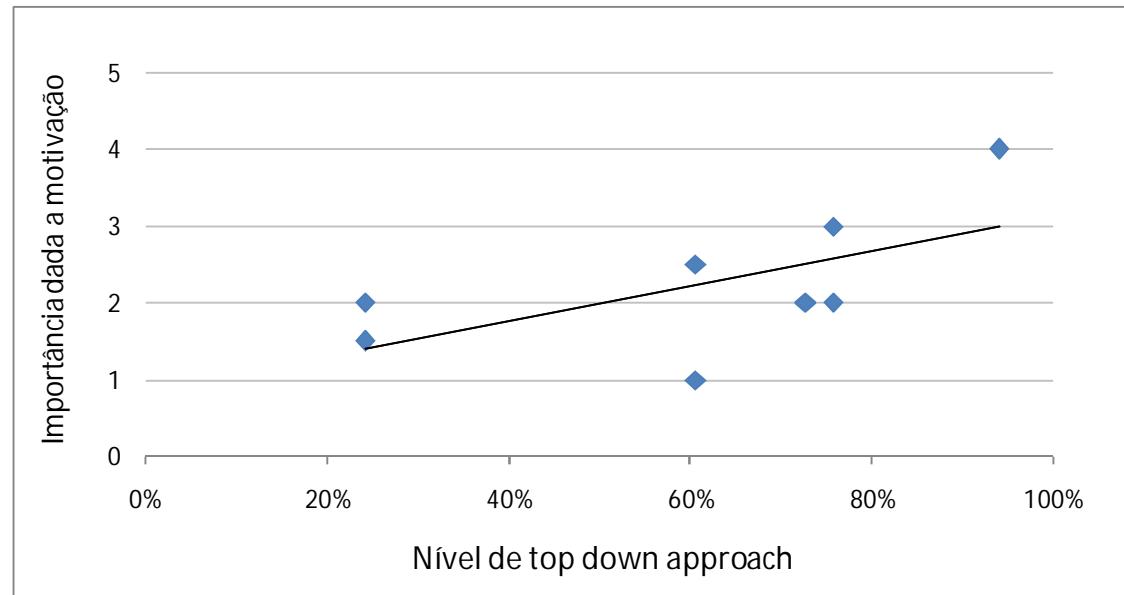


Figura 39 - Importância dada a motivação vs. Nível de top-down approach , dados limpos

Além de plotar os dados, traçou-se também, à mão, a reta que parecia melhor explicá-los. A linha mostra-se ascendente, conforme o cálculo do coeficiente de relação de Pearson $r = 0,61$. No entanto, dada a não normalidade dos dados, não é possível verificar a significância de tal correlação linear. Decidiu-se, então, calcular o coeficiente de correlação de Spearman, a fim de verificar a existência de qualquer tipo de correlação monotônica entre as variáveis.

O coeficiente RO de Spearman nada mais é do que o coeficiente de Pearson para os postos dos dados. O problema da repetição de dados de grandezas iguais (o que afeta o cálculo deste coeficiente) foi aqui tratado pelo método do *ranking médio*. (ver GIBBONS, “Nonparametric Statistical Inference” pg.212). A tabela abaixo resume os cálculos feitos com ajuda do Excel:

| | | | | | | | | | |
|----------|------|-----------|------|------|---|-------|----------|---|------|
| rank top | 1,5 | 1,5 | 3,5 | 3,5 | 5 | 6,5 | 6,5 | 8 | 36 |
| rank mot | 4 | 2 | 1 | 6 | 4 | 4 | 7 | 8 | 36 |
| Di | -2,5 | -0,5 | 2,5 | -2,5 | 1 | 2,5 | -0,5 | 0 | soma |
| Di 2 | 6,25 | 0,25 | 6,25 | 6,25 | 1 | 6,25 | 0,25 | 0 | 26,5 |
| n= | 8 | | | | | | | | |
| | | Ro Spear. | | 0,68 | | tcalc | 2,300077 | | |
| | | | | | | t6,5% | 1,943 | | |

Tabela 11- Cálculo de Ro de Spearman e teste de hipótese

O resultado de 0,68 para o coeficiente RO de Spearman sugere uma correlação positiva. A fim de afirmar a existência de tal correlação dado a pequenez da amostra, aplicou-

se um teste de hipótese com t-student para rejeitar “H0: RO= 0”. Como se vê na parte inferior direita da tabela acima se pôde recusar a não existência de uma correlação.

Embora os coeficientes de correlação calculados não sejam muito altos e o tamanho pequeno da amostra não permita conclusões muito expressivas, é possível identificar uma tendência (mesmo que graficamente) sutil das empresas com níveis mais altos de *top-down approach* darem mais importância a *motivação* como um critério para a seleção dos seus projetos.

A segunda relação que se buscou analisar relativa ao assunto foi entre o nível de *top-down* e o aumento na motivação dos empregados obtida pelas companhias.

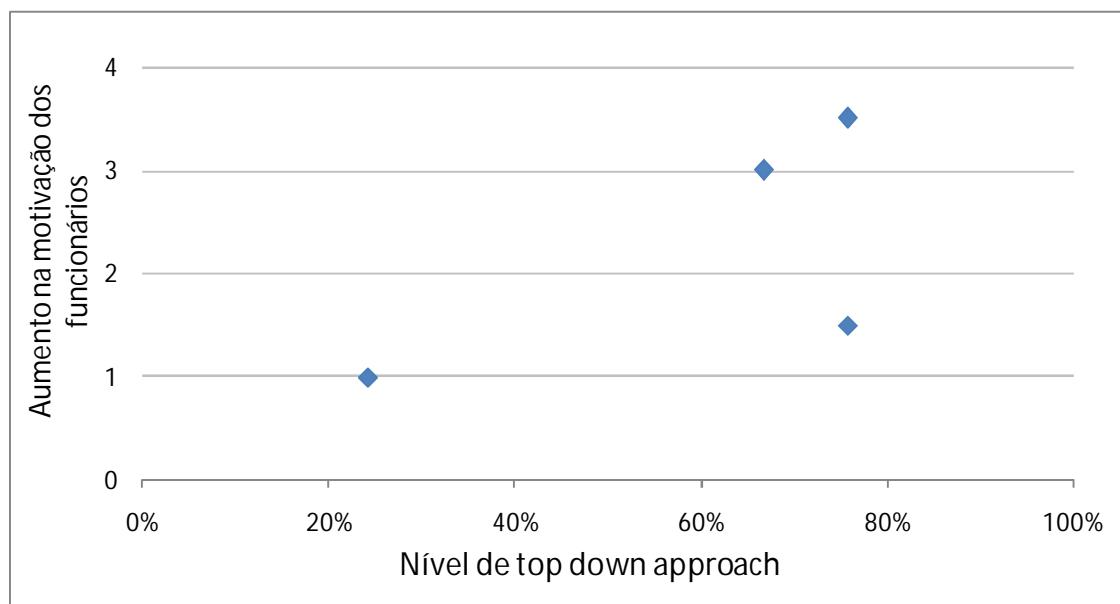


Figura 40 - Aumento na motivação dos funcionários vs. Nível de *top-down approach*

Neste caso, a falta de respostas relativas ao aumento na motivação dos empregados é uma desvantagem forte para qualquer tipo de análise estatística quantitativa. O gráfico sugere novamente uma relação positiva entre as duas variáveis, através de uma clara inclinação. A pesquisa potencialmente aponta que as empresas que obtiveram os maiores graus de motivação dos empregados eram as com níveis mais intensos de *top-down approach*.

Resumindo os pontos principais:

- Empresas com níveis mais altos de *top-down approach* durante o processo de seleção dão, em média, uma importância mais alta para *motivação* como um critério.
- Empresas com níveis mais altos de *top-down approach* durante o processo de seleção também apresentam resultados mais altos em termos de motivação dos empregados.

- As conclusões aqui mencionadas são frutos apenas de uma tendência sutil e não estão apoiadas em uma quantidade relevante de dados que possam permitir uma generalização segura.

4.3.5 Motivação vs. Duração de projetos e Tempo de retorno

Uma estratégia defendida por alguns peritos e vista na literatura é a de selecionar os projetos com *tempo de retorno* curto nos primeiros anos de adoção do Seis Sigma. Os resultados rápidos ajudariam a convencer os novos praticantes e empregados sobre o poder da metodologia, aumentar a motivação dos que participam e assim ajudar a espalhar a filosofia ao longo da companhia.

Um raciocínio semelhante pode ser feito em relação à duração dos projetos. Realizar projetos com uma duração mais curta torna possível para as pessoas apreciarem resultados concretos mais cedo, condicionando-as à motivação e sensação de recompensa. Também lhes permite trabalhar em mais projetos durante o ano de um modo dinâmico, ajudando a aumentar a motivação dos empregados e mantendo “o impulso” do Seis Sigma dentro da empresa.

Por outro lado, projetos com *tempo de retorno* ou *duração* menores normalmente podem não ser os mais ligados à estratégia do negócio ou aqueles que tragam os resultados mais altos (*impacto financeiro*). Isto significa que poderia haver uma troca (*trade-off*) entre motivação, rapidez de resultados e magnitude dos mesmos.

Para se checar se na realidade empresas que dão uma importância grande a projetos com duração curta ou com *tempo de retorno* mais curto também se preocupam mais com a motivação dos seus empregados, comparou-se a importância dada para cada um destes critérios durante o processo de seleção de projetos. .

O primeiro gráfico traça a importância dada a *tempo de retorno* contra a importância dada a *motivação*, ambos como critérios de seleção. Neste primeiro gráfico usaram-se apenas as respostas relativas aos primeiros anos de implementação, já que é a este período inicial de tempo que as considerações feitas se referem.

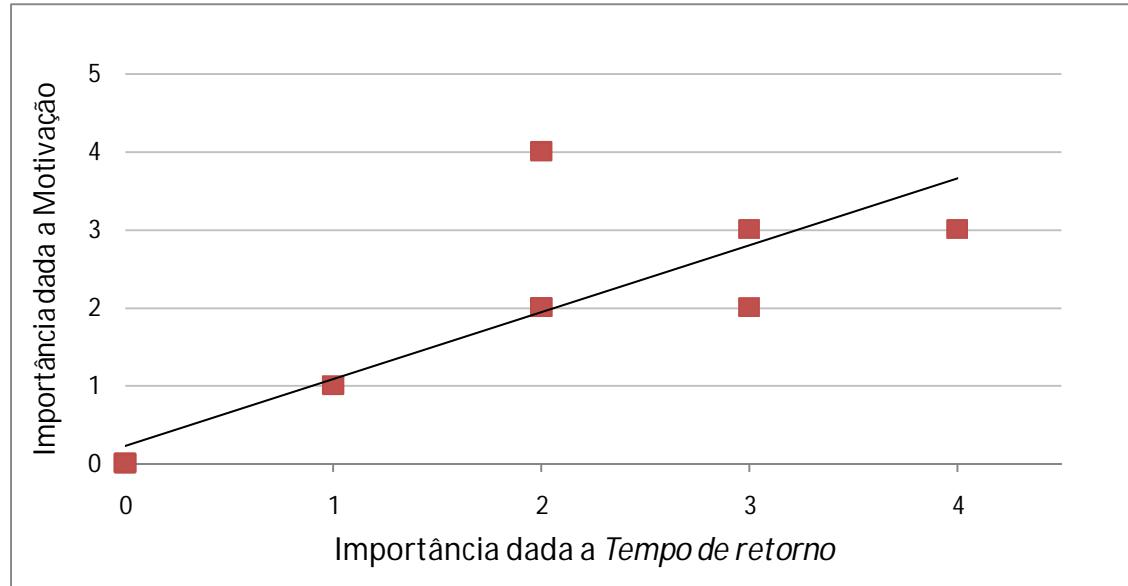


Figura 41 - Importância dada a *tempo de retorno* vs. importância dada a *motivação*

O gráfico mostra uma notável correlação positiva entre a importância dada para *motivação* e para *tempo de retorno* durante os primeiros anos, com r Pearson = 0,84, indicando forte correlação linear. Devido aos mesmos motivos citados em análise anterior, calculou-se, além de “ r ”, outro coeficiente para avaliar a correlação das respostas. Neste caso, adotou-se o coeficiente de Kendall, porque ambas as variáveis são do tipo “posto” e este último é mais vantajoso para amostras pequenas do que o coeficiente de Spearman, previamente usado. (Baseado em material de estudo da Universidade de Aveiro).

Aqui, o coeficiente de Kendall resultou $TauK=0,85$, reforçando a afirmação de que as empresas tendem a coligar ambos os critérios. O teste de hipóteses permitiu novamente rejeitar, com significância 5%, a possível não existência de correlação. A tabela abaixo resume os cálculos feitos no Excel:

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|-----|-----|-----------|----|-----|---|-------|----------|-----|-------|
| rank motivação | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 9,5 | 9,5 | 11 |
| rank tempo ret | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 9,5 | 7 | 7 | 9,5 | 11 | 7 |
| concord | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 3 | 4 | 3 | 1 | 0 | 51 |
| discord | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| TauK | 0,854545 | | | # possib. | 55 | | | t9,5% | 1,833 | | |
| | | | | | | | | tcalc | 4,935987 | | somas |

Tabela 12 - Cálculo do coeficiente de Kendall, TauK

O próximo gráfico plota a importância dada para *duração do projeto* e para *motivação*.

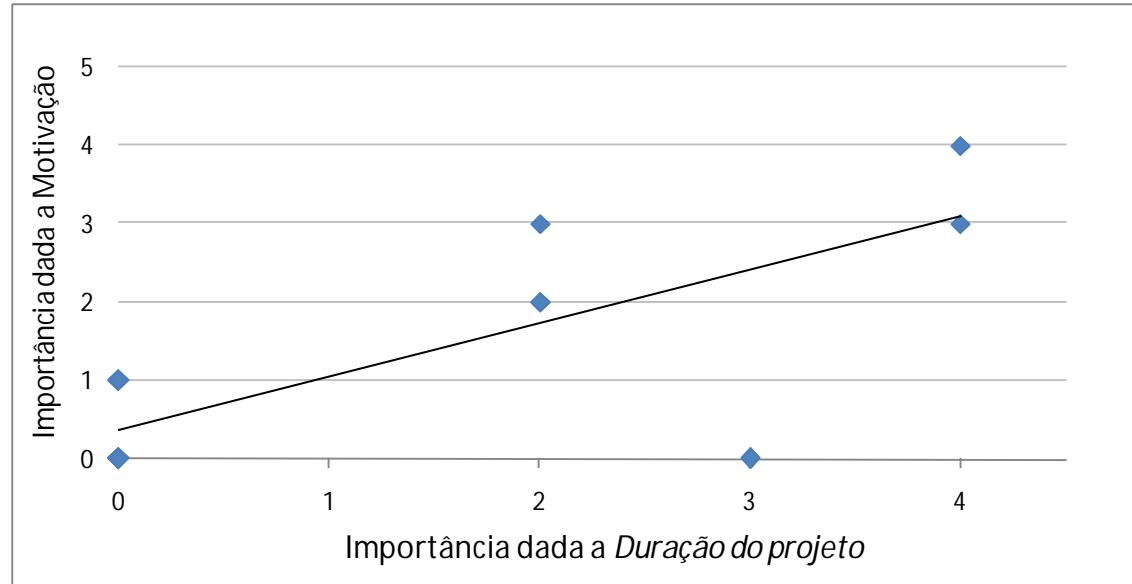


Figura 42- Importância dada a duração do projeto vs. importância dada a motivação

Aqui também se vê uma provável correlação linear positiva entre a importância dada aos dois critérios de priorização de projetos. O coeficiente de correlação de Kendall resultou em $TauK=0,75$ e significativo para o tamanho da amostra (através do teste de hipóteses).

Em suma, os dados proveram um apoio razoável à teoria que foi encontrada em literatura: durante os primeiros anos de implementação, em geral, as empresas que estão mais preocupadas com a motivação dos funcionários para o bom desenvolvimento da metodologia tentam escolher projetos com *tempo de retorno* e/ou *duração* mais curtos.

Resumindo:

- Empresas, nos anos iniciais do Seis Sigma que dão mais importância a *motivação* como um critério para selecionar seus projetos, também dão importância maior a *tempo de retorno* e/ou *duração do projeto*.

Os dados apresentados não são suficientes para apoiar causalidade entre a rapidez de resultados e a motivação (nunca o são, em estatística), mas apóia o fato de que as empresas crêem em tal causalidade. Não obstante, demonstrou-se uma potencial e provável correlação entre as variáveis em questão, motivando assim pesquisas futuras para analisar se, de fato, dar uma importância grande a ter retornos mais rápidos resulta em aumento da motivação dos funcionários.

5. CONCLUSÃO DO TRABALHO

5.1 Conclusões

Durante toda a pesquisa literária e entrevistas com peritos, ficou claro que realmente o processo de identificação e seleção de projetos Seis Sigma é um passo importante na execução da metodologia. Além das afirmações teóricas sobre tal, o próprio interesse por parte das firmas participantes serviu como um indicador. Por outro lado, a mesma pesquisa literária expôs a falta de tratamento do assunto; “negligência” que, ambigamente, também se demonstra através do alto interesse por partes das empresas e praticantes (a maioria não seguros no assunto) nos resultados deste trabalho.

A abordagem utilizada para o problema, baseando-se fortemente na estrutura lógica definida para o processo em Bagnoli e Belmonte (2008), conseguiu identificar os diversos parâmetros independentes do processo de seleção associados aos melhores resultados.

Lembra-se que neste trabalho, devido a características intrínsecas do processo sob análise (intangibilidade e falta de um indicador direto de desempenho, por exemplo) e limitações práticas (a quantidade de dados obtidos pela pesquisa, por exemplo), o termo “resultados” refere-se a um indicador de resultados financeiros, deixando de lado muitos outros possíveis e importantes indicadores de desempenho do processo de Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma (como a coerência e a motivação). Porém, tal escolha foi considerada a melhor nas circunstâncias e certamente norteia-se em conceitos fundamentais, como o fato de o objetivo final de uma empresa ser o lucro e de a metodologia Seis Sigma buscar a redução de defeitos e custos.

Aproveitando esta ressalva sobre uma das limitações do trabalho, cabe ressaltar que o que mais interessa como contribuição não são exatamente os resultados obtidos com os dados desta pesquisa (no sentido de números ou indicações de uma técnica específica a ser aplicada), mas sim a idéia da pesquisa em si, que mostra o caminho e abordagem a serem utilizados, capazes de levar, em oportunas pesquisas futuras, a resultados específicos de maior significância (bastando obter uma amostra maior).

De qualquer forma, deve-se notar que isso, absolutamente, não significa que os resultados aqui apresentados não têm relevância; pelo contrário, podem servir como boa base

e diretrizes para muitas empresas com dificuldades na fase de identificação e seleção de projetos, bem como uma bússola (em meio a um território ainda mal mapeado pela literatura) àquelas que iniciam agora no Seis Sigma.

Das Análises Adicionais podem ser resumidos como os principais pontos:

- Independentemente de quantos anos de implementação, *impacto financeiro* e *conectado à estratégia e competência da empresa* sempre são considerados os dois critérios mais importantes ao selecionar projetos Seis Sigma. Enquanto os critérios menos importantes são: *motivação, aprendizagem e crescimento e duração do projeto*.
- A porcentagem das pessoas com algum nível de treinamento em Seis Sigma (*Green Belts, BB ou MBB*) numa empresa cresce exponencialmente ao longo dos anos de implementação da metodologia.
- Os dados apresentados demonstram uma potencial e provável correlação entre dar uma importância grande a retornos mais rápidos e aumento da motivação.

Da Análise de Desempenho, certamente o núcleo do trabalho, pode-se determinar para cada fase do processo de identificação e seleção de projetos Seis Sigma quais as técnicas, ferramentas ou critérios que aportam aos melhores e piores resultados. Além disso, pode-se também verificar para cada uma dessas, o grau de utilização por parte das empresas (quais são mais ou menos populares).

Estes resultados servem como base principal para a proposta de um modelo, a ser apresentado no sub-capítulo a seguir (5.2).

5.2 Modelo Proposto

Espera-se que este trabalho possa ser útil não somente às companhias que participaram diretamente da pesquisa, mas também a todas aquelas que estejam começando a adotar o Seis Sigma e/ou tenham dúvidas a respeito de como identificar e selecionar seus projetos.

Assim, finalmente, propõe-se aqui um modelo para realizar tal processo; um modelo que use aquelas que foram consideradas as melhores ferramentas, critérios, fontes e formação da equipe de seleção pelos estudos apresentados.

É importante ressaltar que tal modelo é apenas uma sugestão feita, baseada neste trabalho (inclusive na análise da literatura) e sofre, portanto todas as limitações do mesmo.

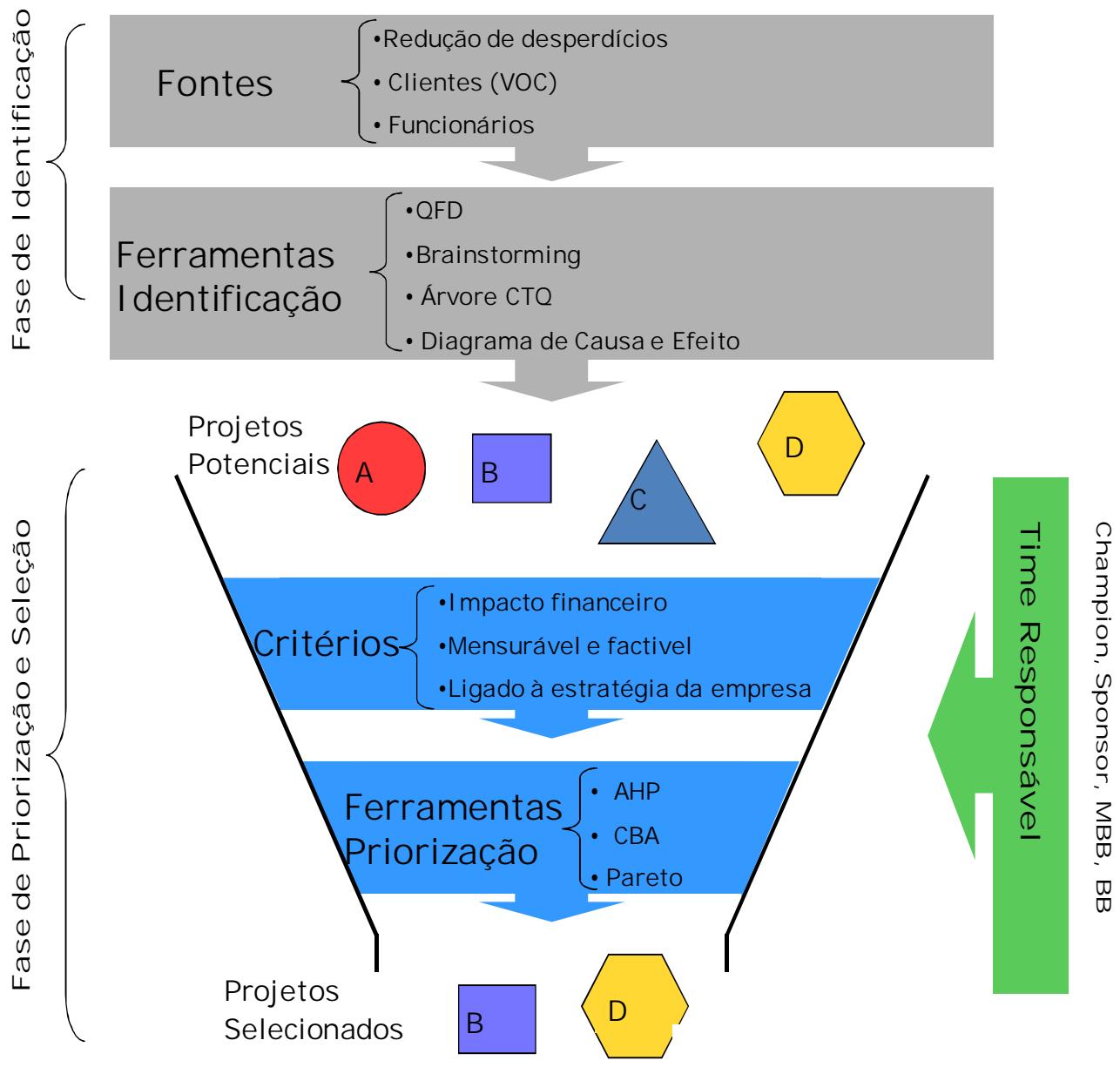


Desnecessário dizer que não há nenhuma melhor solução global para realizar o processo; dependendo muito esta de uma série de variáveis como: o tamanho do empreendimento, a sua cultura, a maturidade da metodologia na empresa, os seus objetivos, entre outras variáveis.

Tendo tais ressalvas em mente apresenta-se o modelo de forma esquemática na próxima figura, onde toda variável foi cuidadosamente baseada nos resultados obtidos nas análises deste trabalho e, portanto, indica uma boa prática para a realização do processo em busca de melhores resultados.

As técnicas sugeridas para cada parâmetro (ou atividade) do processo são listadas em "ordem decrescente de importância" (preferência em usar a que aparece primeiro mais ao alto), fornecendo assim uma amplitude maior de escolha para empresa, que deve buscar escolher:

- 1) preferencialmente as técnicas citadas primeiramente/mais no alto, pois são associadas aos melhores resultados e
- 2) as técnicas da lista que melhor se adaptem às singularidades da companhia.



As fontes listadas aqui foram consideradas essenciais ao procurar idéias para potenciais projetos Seis Sigma. Foi realçada a importância de cada uma destas fontes ao longo da Revisão da Literatura. Também foi visto que estas eram as fontes associadas com os resultados mais altos.

Dentro de ferramentas de identificação, as importâncias de cada uma das ferramentas sugeridas seguem a ordem decrescente de desempenho; apenas o *diagrama de causa e efeito* (diagrama de espinha de peixe) tem suas vantagens baseadas na Análise da Literatura e não na Análise de Desempenho.



Os critérios sugeridos são aqueles associados, em ordem, aos maiores resultados.

Dentro de ferramentas de priorização, o ideal seria usar a ferramentas de *análise de Pareto* antes das outras, como ferramenta básica de apoio a fim de reduzir o número de idéias a serem levadas em conta quando houver um número grande de projetos potenciais. Essa sugestão também (como a espinha de peixe para a fase de identificação) não se baseia na Análise de Desempenho, mas na Análise da Literatura.

Também se apóia o possível uso conjunto de *AHP* e *CBA* (*análise de custo benefício*), já que podem ser facilmente combinados de uma maneira de sinérgica.

Obviamente, não só as técnicas usadas importam, mas também o grupo que faz o trabalho. Portanto, é essencial ter um grupo qualificado para conduzir o processo de seleção de projetos. Como mencionado durante o texto, é de suma importância que o pessoal de alta gerência participe do grupo para que aumentem as chances de que os projetos sejam alinhados com a estratégia da empresa.

Apesar de não aparecer na figura do modelo sugerido, a avaliação pós-projeto é também uma parte importante do processo todo. Apenas quando se medem os resultados é possível entender quão bem ou mal está o processo. Os melhores KPI's a serem usados para avaliar os resultados dos projetos não podem ser generalizados e devem ser alinhados com os critérios de seleção usados pela empresa, somente assim se entenderá se os objetivos buscados ao selecionar os projetos foram realmente atingidos e se houve coerência.



Bibliografia

ADAMS, C., GUPTA, P. and WILSON, C. (2003), *Six Sigma Deployment*, Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, Oxford.

ANTONY, J and FERGUSSON, C. (2004) “Six Sigma in the software industry: results from a pilot study”, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 19, n. 8, pp. 1025-1032

ANTONY, J. (2004) “Some pros and cons of six sigma an academic perspective”, *The TQM Magazine*, Vol. 16, n. 4, pp. 303-306

ANTONY, J. and BANUELAS, R. (2001) “A strategy for survival”, *Manufacturing Engineer*, Vol. 80, n. 3, pp. 119-121

ANTONY, J. and BANUELAS, R. (2002) “Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma Program”, *Measuring Business Excellence*, Vol. 6, n. 4, pp. 20-27

BAGNOLI e BELMONTE (2008) “Sis Sigma project selection: a functional process benchmark”, Politecnico di Milano, Italia.

BANUELAS, R. and ANTONY, J. (2002) “Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations”, *The TQM Magazine*, Vol. 14, n. 2, pp. 92-99

BANUELAS, R. and ANTONY, J. (2004) “Six Sigma or design for six sigma”, *The TQM Magazine*, Vol. 16, n. 4, pp. 250-263

BANUELAS, R., TENNANT, C., TUERSLEY, I. and TANG, S. (2006) “Selection of six sigma projects in the UK”, *The TQM Magazine*, Vol. 18, n. 5, pp. 514-527

BASU, R. AND WRIGHT, N. (2003) *Quality Beyond Six Sigma*. Burlington, MA: Elsevier Publishers



BRUE, G. (2002) *Six Sigma For Managers*. New York, NY: The McGraw-Hill Companies, Inc.

BRUN, A. (2008) "A survey of Six Sigma implementations in Italian companies"

BUCH, K. and TOLENTINO, A. (2006) "Employee perceptions of the rewards associated with six sigma", *Journal of Organizational Change Management*, Vol. 19 n. 3, pp. 356-364

BUCH, K. and TOLENTINO, A. (2006) "Employee expectancies for six sigma success", *Leadership & Organization Development Journal*, Vol. 27 n. 1, pp.28-37

CAMP, R.C. (1989) *Benchmarking: the search for best practices that lead to superior performance*, Milwaukee, WI: ASQC Quality Press

COHEN, L. (1995) *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley

Criteria for Performance Excellence - Malcolm Baldrige Award (2008)

DAVIS, A. (2003) "Six sigma for small companies", *Quality*, Vol. 42 n. 11, p. 20.

ECKES, G. (2000) *The Six Sigma revolution*. New York, NY: John Wiley & Sons

ECKES, G. (2003) *Six Sigma Team Dynamics -The Elusive Key to Project Success*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

EHIE and SHEU, (2004) "Integrating six sigma and theory of constraints for continuous improvement: a case study", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 16 n. 5, pp. 542-553

FINN, L. (2005) "Six Sigma and the Mobile Workforce", *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, Vol. 5 n. 1, pp. 13-19



GEORGE, L. M. (2003) *Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*. New York, NY: The McGraw-Hill Companies, Inc.

GIBBONS, Jean Dickinson. *Nonparametric Statistical Inference*. New York: McGraw-Hill, 1971.

GOH, T. N. (2002) "A strategic assessment of six sigma", *Quality and reliability engineering international*, Vol. 18, pp. 403–410

GOLDRATT, E.M. (1988) "Computerized shop floor scheduling", *International Journal of Production Research*, Vol. 26 n. 3, pp. 443-455

GRANDZOL, John R.Christian J. Grandzol, Shan T. Rippey(2005)"An emerging framework for global strategy". IJMTM 7

GUPTA, P. (2004) *Six Sigma Business Scorecard Ensuring Performance for Profit*. New York, NY: McGraw-Hill

HAIKONEN, A., SAVOLAINEN, T. and JARVINEN, P. (2004) "Exploring Six Sigma and CI capability development: preliminary case study findings on management role", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 15, n. 4, pp. 369-378

HARRY, M and SCHROEDER, R. (2000), *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York, NY: Doubleday Currency

HOERL, R.W. (1998) "Six sigma and the future of the quality profession", *Quality Progress*, Vol. 31 n.6, pp. 35-42

HOERL, R.W. (2001) "Six sigma black belts: what do they need to know?", *Journal of Quality Technology*, Vol. 33, n. 4, pp. 391-406

KELLY, M. (2002), "Three steps to project selection", *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, Vol. 2, n. 1, pp. 29-33



KIM, S., MABIN, V. J., and DAVIES, J. (2008) “The theory of constraints thinking processes retrospect and prospect”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 28, n. 2, pp. 155-184

LARSON, A. (2003) *Demystifying Six Sigma A Company-Wide Approach to Continuous Improvement*. New York, NY: American Management Association

LOCKAMY, A. and COX, J.F. (1991), “Using V-A-T analysis for determining the priority and location of JIT manufacturing techniques”, *International Journal of Production Research*, Vol. 29, n. 8, pp. 1661-1672

LYNCH, D. and SOLOY, B. (2003), “Improving the effectiveness of six sigma project champions”, paper presented at ASQ’s Six Sigma Conference 2003

MCADAM, R. and LAFFERTY, B. (2004) “A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change?”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, n. 5, pp. 530-549

SPENDOLINI, M. J. (1992) *The Benchmarking book*. New York, NY: AMACOM

NATH, P. and MRINALINI, N. (2000), “Benchmarking the best practices of non-corporate R&D organizations”, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 7, n. 2, 2000, pp. 86-97

OSBORN, A.F. (1963) *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem solving* (Third Revised Edition). New York, NY: Charles Scribner’s Sons

PANDE, P. S., NEUMAN, R. P. and CAVANAGH, R. R. (2000) *The Six Sigma Way; How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing their Performance*. New York, NY: McGraw-Hill Professional

PARK, S.H. (2003) *Six Sigma for Quality and Productivity Promotion*. Tokyo: Asian Productivity Organization



PYZDEK, T. (2000) "Selecting Six Sigma Projects" *Quality Digest*,
<http://www.qualitydigest.com/sept00/html/sixsigma.html>

PYZDEK, T. (2003) *The Six Sigma Handbook Revised and Expanded A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. New York, NY: The McGraw-Hill Companies, Inc.

PZYDEK, T. (2003) *The Six Sigma Project Planner A Step-by-Step Guide to Leading a Six Sigma Project Through DMAIC*. New York, NY: The McGraw-Hill Companies, Inc.

RAHMAN, S. (1998) "Theory of constraints - A review of the philosophy and its applications", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 18, n. 4, pp. 336-355

RAISINGHANI, M. S. (2005) "Six Sigma: concepts, tools, and applications", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 105 n. 4, pp. 491-505

ROLSTADAS, A. (1995) *Performance Management: A Business Process Benchmarking Approach*. London: Chapman & Hall

ROSENBLUM, E. (1996) "A probabilistic interpretation of the final rankings in AHP", *European Journal of Operational Research*, Vol. 92 n. 2, pp. 371-378

SAATY, T. L. Método de análise hierárquica. 2. ed. São Paulo: Makrom Books, 1991.

SCOTT, M. (2002), "Quantifying certainty in design decisions: examining AHP", Proceedings of the ASME DETC 2002 Design Engineering Technical Conferences: Design Theory and Methodology Conference, Montreal, New York, NY

SHAHIN, A. (undated) "Quality Function Deployment: A Comprehensive Review", <http://www.dci.ir/ravabet/f/shahin.pdf>

SHELDON, D. H. (2005) *Class A ERP Implementation Integrating Lean and Six Sigma*. Boca Raton, Florida: J. Ross Publishing, Inc.



SHINA, S. G. (2002) *Six Sigma for Electronics Design and Manufacturing*. New York, NY: McGraw-Hill

SMITH, D., BLAKESLEE, J. and KOONCE, R. (2002) *Strategic Six Sigma - Best Practices From The Executive Suite*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

THOMSETT, M. (2005) *Getting Started in Six Sigma*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

TREQNA BASE MANUAL Ed1 (2005),
<http://www.scribd.com/doc/32438/TreqnaBaseManualEd1>

WATKINS, T. (undated) "An Introduction to Cost Benefit Analysis"
<http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/cba.htm>

YANG, K., EL-HAIK, B. (2003) *Design for Six Sigma A Roadmap for Product Development*. New York, NY: McGraw-Hill



APÊNDICE

Questionário

Name: _____

Email: _____

Company: _____

Sector : _____

Annual sales (approximate): _____

I) Six Sigma

1) Indicate approximate number of completed Six Sigma projects.

2) How many employees in the company are:

Master Black Belt: _____

Black Belt: _____

Green Belt: _____

Total number of employees: _____

3) In what year did the company start to implement Six Sigma?

4) Is there a dedicated Quality department?

Yes No

II) Identification of Six Sigma Projects

1) Which are the main sources for potential Six Sigma projects?

(In case of multiple answers, rank in order of importance. 1 = most important)

- _____ Clients
- _____ Employees
- _____ Extension from previous Six Sigma projects
- _____ Suppliers
- _____ Benchmark against other companies
- _____ Developments in technology
- _____ Waste reduction
- _____ Other: _____
- _____ Other: _____

2) Which tools are used to identify potential Six Sigma projects?
(In case of multiple answers, rank in order of importance. 1 = most important)

- | | |
|-------|-----------------------------------|
| _____ | Brainstorming |
| _____ | CTQ tree |
| _____ | Focus Groups |
| _____ | Interviews |
| _____ | QFD (Quality function deployment) |
| _____ | Kano analysis |
| _____ | Surveys |
| _____ | Ishikawa Diagram |
| _____ | Flowchart |
| _____ | Other: _____ |
| _____ | Other: _____ |

III) Prioritization of Six Sigma Projects

1) Rate from 1 to 5 how important you consider each of the following criteria in the prioritization process.
(1 = Extremely important; 3 = Moderately Important ; 5 = Unimportant)

(The companies with two years of implementation should fill out only the first column; those with 2 to 4 years, the first and the second columns; and those with more than 5 years, all the columns)

| | Projects developed during the introduction of Six Sigma (First 2 years of implementation) | Projects developed during the consolidation phase of Six Sigma (Years 3-4) | Projects developed during the maturity phase (Over 5 years since implementation) |
|--|--|---|---|
| Customer impact | _____ | _____ | _____ |
| Financial impact | _____ | _____ | _____ |
| Top management commitment | _____ | _____ | _____ |
| Measureable and feasible | _____ | _____ | _____ |
| Short payback time | _____ | _____ | _____ |
| Sigma level/Waste reduction | _____ | _____ | _____ |
| Project duration | _____ | _____ | _____ |
| Learning and growth | _____ | _____ | _____ |
| Connected to business strategy and core competency | _____ | _____ | _____ |
| Motivation | _____ | _____ | _____ |
| Other: _____ | _____ | _____ | _____ |
| Other: _____ | _____ | _____ | _____ |



2) Which are the tools used to prioritize Six Sigma projects?

(In case of multiple answers, rank in order of importance. 1 = most important)

- _____ Pareto analysis
- _____ Cost-Benefit analysis
- _____ Cause and effect matrix
- _____ Group consensus and voting techniques
- _____ PPI (Pareto priority index)
- _____ TOC (Theory of constraints)
- _____ Non-numerical models
- _____ AHP (Analytical hierarchy process)
- Other: _____
- Other: _____

3) Who participates in the project prioritization group?

4) Who is responsible for the final decision of which project to execute?

5) Explain briefly the project selection process:



6) Does the company undertake more than one project at the same time?

Yes

No

7) Allocation of limited resources:

How are the possible resource restrictions (man power, capital, available time, etc.) taken into consideration in the project selection? i.e Sometimes the project with the best possible result doesn't necessarily optimize the use of the resources, or may require more resources than are actually available. Is there any formal procedure (linear programming or other instrument) to face this type of difficulty?

Explain.

IV) Post-project Evaluation

1) How does the company measure the post-project results?

Multiple answer

- Sigma level
- Net savings
- DPMO (Defects per million opportunities)
- Cycle time
- Customer satisfaction
- Inventory level
- Capability index
- FTY (First time yield)
- Scrap rate
- RTY (Rolled throughput yield)
- Employee learning
- Other:_____
- Other:_____



2) Which benefits has the company achieved thanks to the Six Sigma implementation?

(If not measured, write NA)

| | Projects developed during the introduction of Six Sigma (First 2 years of implementation) | Projects developed during the consolidation phase of Six Sigma (Years 3-4) | Projects developed during the maturity phase (Over 5 years since implementation) |
|---|--|---|---|
| Average Savings (€) | _____ | _____ | _____ |
| Sigma level improvement (σ) If possible, in addition to the improvement obtained, indicate the final sigma level in the parenthesis | _____ () | _____ () | _____ () |
| Average cost reduction in percentage of initial cost (%) | _____ | _____ | _____ |
| Average DPMO reduction in percentage of initial DPMO level (%) | _____ | _____ | _____ |
| Increase in customer satisfaction (1=Extremely improved; 3=Moderately improved; 5=Unchanged) | _____ | _____ | _____ |
| Increase in employee motivation (1=Extremely improved; 3=Moderately improved; 5=Unchanged) | _____ | _____ | _____ |
| Other: _____ | _____ | _____ | _____ |
| Other: _____ | _____ | _____ | _____ |

3) Indicate the average project duration following the same principal as above.

(If not measured, write NA)

Average project duration (months) _____ | _____ | _____