

ALEXANDRE CUNHA BAGNOLI

**SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA:
UMA ANÁLISE DE BENCHMARK**

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

São Paulo

2008

ALEXANDRE CUNHA BAGNOLI

**SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA:
UMA ANÁLISE DE BENCHMARK**

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

Bagnoli, Alexandre Cunha

**Seleção de Projetos Seis Sigma : Uma Análise de Benchmark
/ A.C. Bagnoli. -- São Paulo, 2008.**

131 p.

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

**1.Avaliação de projetos 2.Administração da qualidade
3.Benchmarking I.Universidade de São Paulo. Escola
Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.**

À minha família

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a toda minha família pelo apoio incondicional durante todos esses anos. Um agradecimento especial para a minha mãe, sem quem este trabalho não teria sido possível. Agradeço também a minha namorada por estar sempre ao meu lado, especialmente nestes últimos meses nos quais nem sempre eu pude dedicar toda a atenção que ela gostaria

Agradeço também a todos que contribuíram de alguma forma na elaboração deste trabalho. Um agradecimento especial ao meu amigo e colega de faculdade Ítalo, com quem eu dividi muitas horas de trabalho.

Cabe também um agradecimento ao meu professor orientador, Alberto Ramos, pelos conselhos e sugestões que tornaram este trabalho possível.

RESUMO

A metodologia Seis Sigma tem se difundido rapidamente desde que foi criada pela Motorola em 1987. Para que esse programa de qualidade traga resultados significativos existem fatores críticos de sucesso que devem ser seguidos. Um dos fatores mais importantes é a correta identificação e seleção dos projetos Seis Sigma. No entanto, ao mesmo tempo em que é essencial, existem estudos que mostram que muitas empresas não sabem realizar esta etapa corretamente. Já que esta é uma das primeiras etapas da metodologia DMAIC, todas as fases sucessivas serão afetadas pelo seu desempenho, corroborando a importância desta fase.

Após elaborar uma estrutura lógica e organizada de como executar a seleção de projetos Seis Sigma, este trabalho faz uma comparação entre os métodos usados por dois grupos distintos de empresas. Um deles é formado por seis pequenas e médias empresas (PME) italianas que ainda estão nos primeiros anos de implementação de Seis Sigma, enquanto que o outro grupo é formado por cinco grandes empresas americanas que estão entre as pioneiras na aplicação de Seis Sigma. Além da comparação entre as empresas, este trabalho busca comparar o que é recomendado pela literatura contra o que é feito na prática.

A abordagem escolhida para realizar a comparação entre as empresas foi um *benchmark* funcional de processo, o qual permite comparar como um processo é realizado por diferentes companhias independentemente do setor ao qual elas pertencem. Para colher os dados das empresas participantes, diversas ferramentas foram usadas, como: um questionário preparado ad hoc, um círculo Seis Sigma no *Politecnico di Milano*, e entrevistas com profissionais de Seis Sigma.

No fim deste trabalho são evidenciadas as mudanças que as companhias italianas podem fazer para deixar seu processo de seleção de projetos Seis Sigma mais próximo ao modelo americano. Apesar de indicar quais são as melhorias para as empresas italianas participantes, este trabalho é de extrema utilidade para qualquer empresa que aplique ou esteja pensando em aplicar a metodologia Seis Sigma, pois mostra quais são as melhores práticas das empresas mais experientes no assunto.

Palavras-chave: Seis Sigma, Benchmark, Seleção de Projetos.

ABSTRACT

The Six Sigma methodology has been quickly diffused since it was created by Motorola in 1987. In order for this quality program to bring significant results, there are a series of critical success factors that should be followed. One of the most important is the correct identification and selection of the Six Sigma projects. However, even though its importance, studies have shown that there are a lot of companies that don't know how to accomplish this step correctly. Since this is one of the first stages of the DMAIC methodology, all of the successive phases will be affected by the quality of the output of this first phase. This corroborates the enormous importance of this phase.

After defining a logical and organized framework of how the selection of Six Sigma projects should be carried out, this work compares the methods used by two distinct groups of companies. One is formed by six Italian companies, all small and medium enterprises (SME) that are still in the first years of implementation of Six Sigma, while the other group is formed by five large American companies which are among the pioneers in Six Sigma. In addition to the comparison between the companies, this work compares what is commonly recommended in literature against what is actually done in practice.

The chosen approach to accomplish the comparison among the companies was a process functional benchmark. Using this type of benchmark it is possible to compare how a process is carried out by different companies even though they do not belong to the same sector. To gather the data from the participating companies several tools were used, such as: a questionnaire prepared ad hoc for this research, a Six Sigma Circle at the Politecnico di Milano, and interviews with Six Sigma experts.

At the end of this work, there is a list with the main changes that the Italian companies can do to improve their Six Sigma project selection process in order to be more similar to the processes used by the American companies. Even though the suggestion shown are more specific for the Italian companies that participated in this study, this work is extremely useful for any company that already implements or is thinking of implementing the Six Sigma methodology, because it shows which are the best practices used by some of the most experienced companies in the matter.

Key Words: Six Sigma, Benchmark, Project selection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Estrutura do trabalho.....	23
Figura 2-1: Processo DMAIC	29
Figura 4-1: Escopo do trabalho.....	43
Figura 5-1: Coleta de dados	44
Figura 6-1: Estrutura do processo de seleção de projetos Seis Sigma.....	49
Figura 6-2: Árvore CTQ	57
Figura 6-3: QFD - Casa da qualidade	60
Figura 6-4: QFD- Casa da qualidade (YANG; EL-HAIK, 2003)	62
Figura 6-5: Análise de Kano.....	64
Figura 6-6: Diagrama de Ishikawa	65
Figura 6-7: Fluxograma interdepartamental	67
Figura 6-8: Gráfico de Pareto	71
Figura 6-9: Estrutura do AHP.....	76
Figura 7-1: Anos desde a implementação do Seis Sigma, geral.....	82
Figura 7-2: Anos desde a implementação, comparativo.....	83
Figura 7-3: Quantidade de projetos realizados, geral	84
Figura 7-4: Quantidade de projetos realizados, comparativo	85
Figura 7-5: Percentual de profissionais de Seis Sigma, geral.....	86
Figura 7-6: Percentual de profissionais Seis Sigma, comparativo.....	87
Figura 7-7: Percentual média de profissionais de Seis Sigma, comparativo	87
Figura 7-8: Fontes de idéias para projetos Seis Sigma, geral	90
Figura 7-9: Fontes de idéias para projetos Seis Sigma, comparativo	91
Figura 7-10: Importância das fontes, geral	94
Figura 7-11: Importância das fontes, comparativo	94
Figura 7-12: Ferramentas de identificação, geral	96
Figura 7-13: Ferramentas de identificação, comparativo	97
Figura 7-14: Importância das ferramentas de identificação, geral.....	98
Figura 7-15: Importância das ferramentas de identificação, comparativo.....	98
Figura 7-16: Importância dos critérios, geral	100
Figura 7-17: Importância dos critérios, comparativo.....	101
Figura 7-18: Importância ajustada dos critérios, comparativo	102

Figura 7-19: Ferramentas de priorização, geral	103
Figura 7-20: Ferramentas de priorização, comparativo	104
Figura 7-21: Importância das ferramentas de priorização, geral.....	105
Figura 7-22: Importância das ferramentas de priorização, comparativo.....	105
Figura 7-23: Principais indicadores de desempenho, geral.....	107
Figura 7-24: Principais indicadores de desempenho, comparativo.....	108
Figura 7-25: Principais indicadores de desempenho setor industrial, comparativo.....	109
Figura 8-1: Principais <i>gaps</i>	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 6-1: Resumo da análise bibliográfica - Fontes.....	50
Tabela 6-2: Resumo da análise bibliográfica – Ferramentas de identificação.....	56
Tabela 6-3: Resumo da análise bibliográfica - Critérios de seleção (BANUELAS et al., 2006)	69
Tabela 6-4: Resumo da análise bibliográfica - Ferramentas de seleção	70
Tabela 6-5: Exemplo de AHP, matriz de ponderação dos critérios.....	77
Tabela 6-6: Exemplo de AHP, priorização dos projetos	77
Tabela 7-1: Quantidade de <i>Black Belts</i> para cada mil empregados	88
Tabela 7-2: Quantidade de <i>Master Black Belts</i> para cada mil empregados.....	88
Tabela 7-3: Transformação do ranking em pontuação	93
Tabela 7-4: Escala Likert.....	100
Tabela 7-5: Quantidade média de ferramentas usadas por cada companhia	104
Tabela 7-6: Quantidade média de indicadores de desempenho usados por cada companhia ..	109

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
APQC	<i>American Productivity & Quality Center</i>
BB	<i>Black Belt</i>
CTQ	<i>Características críticas para a qualidade</i>
CTS	<i>Características críticas para a satisfação</i>
DFSS	<i>Design for Six Sigma</i>
DPMO	<i>Defeitos por milhão de oportunidades</i>
FCS	<i>Fatores críticos de sucesso</i>
FTY	<i>First time yield</i>
GB	<i>Green Belt</i>
HoQ	<i>Casa da qualidade - House of quality</i>
KPI	<i>Principais indicadores de sucesso - Key performance indicators</i>
MBB	<i>Máster Black Belt</i>
P&D	<i>Pesquisa e desenvolvimento</i>
PME	<i>Pequenas e médias empresas</i>
QFD	<i>Desdobramento da função qualidade</i>
RTY	<i>Rolled throughput yield</i>
SME	<i>Small and medium enterprises</i>
TOC	<i>Teoria das restrições</i>
VOC	<i>Voz do cliente - Voice of the customer</i>
ACB	<i>Análise de custo-benefício</i>
DMAIC	<i>Defina, meça, analise, melhore (improve), controle</i>
IPP	<i>Índice de Prioridade Pareto</i>
TQM	<i>Total quality management</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	21
2. METODOLOGIA SEIS SIGMA.....	24
2.1 Sobre o Seis Sigma	24
2.2 Princípios para o sucesso do Seis Sigma	26
2.3 DMAIC	29
2.4 Principais limitações e críticas.....	31
3. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	35
3.1 Objetivo	35
4. ABORDAGEM METODOLÓGICA	37
4.1 A Abordagem	37
4.2 Benchmark: Quadro teórico.....	38
5. COLETA DE DADOS.....	44
5.1 Círculo Seis Sigma	45
5.2 Pesquisa	46
5.3 Entrevistas	47
6. PROCESSO DE SELEÇÃO DE PROJETOS	48
6.1 Importância da fase de seleção de projetos	48
6.2 Identificação de potenciais projetos Seis Sigma.....	50
6.2.1 Fontes.....	50
6.2.2 Ferramentas para a identificação de projetos Seis Sigma	56
6.3 Priorização/Seleção de projetos Seis Sigma.....	68
6.3.1 Critérios.....	68
6.3.2 Ferramentas de priorização e seleção de projetos Seis Sigma	70
6.3.3 Equipe de seleção de projetos.....	79
6.4 Principais indicadores de desempenho	80
7. BENCHMARK: EUA X ITÁLIA.....	81
7.1 Identificação do melhor em classe (Best in class).....	82
7.1.1 Tempo desde a adoção de Seis Sigma	82
7.1.2 Número de projetos implementados pela companhia	84
7.1.3 Número de praticantes de Seis Sigma	86
7.2 Benchmark	90

7.2.1	Fontes usadas para identificar projetos Seis Sigma	90
7.2.2	Principais ferramentas usadas para identificar potenciais projetos Seis Sigma	96
7.2.3	Principais critérios usados para priorizar projetos Seis Sigma	100
7.2.4	Principais ferramentas usadas para priorizar projetos Seis Sigma.....	103
7.2.5	Principais indicadores de desempenho	107
7.3	Resumo dos resultados.....	111
8.	CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS	113
8.1	Conclusão	113
8.2	Extensões do estudo.....	117
8.3	Principais dificuldades encontradas	118
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	124
	APÊNDICE B - CARTA ENVIADA ÀS EMPRESAS	129
	APÊNDICE C - TESTE DE CRONBACH.....	130

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho trata sobre a metodologia Seis Sigma, mais especificamente sobre a etapa de identificação e seleção de projetos. O Seis Sigma é fortemente baseado em métodos estatísticos e em uma abordagem científica para afrontar os problemas.

O Seis Sigma, criado em 1987 pela Motorola, teve origem em outros programas de melhoria da qualidade como a gestão da qualidade total (em inglês: *total quality management*) e o ciclo PDCA de Deming. Hoje em dia, fala-se muito também do *Lean Six Sigma*, que é uma nova vertente do Seis Sigma.

A metodologia tem tido uma grande aceitação internacional desde que foi lançada e já ajudou diversas companhias a economizarem bilhões de dólares. Algumas das empresas que usaram o Seis Sigma foram a GE, a Kodak e o JP Morgan. O que mostra que esta é uma metodologia que é aplicável para empresas de diferentes setores.

O método usado para resolver problemas no Seis Sigma é conhecido pelo acrônimo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar – do inglês *Improve*, e Controlar). O foco deste trabalho está na fase Definir, na qual se identifica e define quais projetos que serão executados para se atingirem melhorias. Já que todas as fases subsequentes dependem diretamente da qualidade com que esta fase foi executada, esta é uma das fases de maior importância de toda a metodologia Seis Sigma.

O motivo desta escolha será evidenciado logo no começo do trabalho, onde são mostrados os principais fatores de sucesso e também as principais limitações na aplicação do Seis Sigma. Foi verificado através da análise bibliográfica que a seleção de projetos Seis Sigma é, ao mesmo tempo, um fator crítico de sucesso e uma das principais limitações, pois falta uma estrutura definida de como esta etapa deveria ser feita.

A estrutura do trabalho segue a seguinte lógica: no segundo capítulo será explicado brevemente o que é e como surgiu o Seis Sigma; quais são os princípios por trás dele, ou seja, quais são os fatores necessários para aplicá-lo com sucesso; o que é o método DMAIC; e, por último, quais são as principais limitações e críticas à metodologia.

Em seguida, no terceiro capítulo, se esclarece quais os objetivos deste trabalho e de onde que surgiu a motivação para realizá-lo. De forma bem sintética, os objetivos deste trabalho são: criar uma estrutura lógica e organizada de como realizar a identificação e seleção de projetos, comparar como que as empresas italianas, que aplicam o Seis Sigma há

pouco tempo, realizam a seleção de projetos em relação às empresas americanas, as quais têm muitos anos de experiência.

No quarto capítulo, explica-se como que os objetivos serão atingidos através do uso de uma análise de *benchmark*. Neste capítulo, há também uma breve análise bibliográfica de como deve ser feito o *benchmark*, quais são as etapas principais para realizá-lo, e como que esta abordagem foi adaptada de acordo com as necessidades e natureza deste trabalho.

Os capítulos seguintes apresentam as fases do *benchmark*. O quinto capítulo mostra como foi feita a coleta dos dados necessários para executar o *benchmark*. Obviamente, para se realizar este tipo de análise é preciso colher a maior quantidade de dados possível das empresas, dos peritos e de acadêmicos.

O sexto capítulo faz uma extensa análise bibliográfica sobre a seleção de projetos Seis Sigma. A estrutura usada foi fortemente baseada no trabalho feito por Bagnoli e Belmonte (2008), o qual faz uma extensa análise sobre o assunto. O processo é dividido basicamente em duas etapas: a identificação de projetos potenciais e a seleção de projetos. A primeira etapa é subdividida nas seções: fontes de idéias para potenciais projetos e ferramentas de identificação; enquanto que a segunda etapa é dividida nas seções: critérios de priorização, ferramentas de priorização e seleção, time de seleção e indicadores de desempenho.

Em seguida, no sétimo capítulo está o cerne deste trabalho. É neste capítulo que é feita a comparação entre as empresas americanas e italianas, evidenciando as principais diferenças entre ambos os grupos. Além disso, busca-se evidenciar quando que a prática confirma o que aparece na literatura e quando que existem discrepâncias entre as duas. Este capítulo, por sua vez, está dividido em duas partes: a primeira mostra dados que confirmam a escolha das empresas americanas como as *best-in-class*, e a segunda faz as análises seguindo a estrutura desenvolvida na seção anterior.

Por último, na conclusão, apresentam-se os principais resultados. Este capítulo lista as sugestões de melhorias para as companhias italianas para que elas possam deixar o seu processo de seleção de projetos mais próximo do modelo americano. Além disso, existem outros comentários relevantes sobre o processo de seleção de projetos em geral. Há também sugestões de possíveis extensões deste estudo, assim como um pequeno resumo das principais dificuldades encontradas para se realizar este trabalho.

É a primeira vez que um estudo deste tipo é feito na Itália. De acordo com toda a bibliografia utilizada, apenas um autor, Banuelas et al. (2006), tinha feito algo semelhante no Reino Unido. No entanto, este trabalho vai além, pois faz uma detalhada análise do processo

de seleção e confronta duas realidades muito distintas entre si – as empresas americanas e italianas.

Finalmente, espera-se que este trabalho sirva como um manual tanto para empresas que já aplicam o Seis Sigma, quanto para empresas que ainda não se aventuraram na metodologia.

A figura abaixo mostra a estrutura do trabalho:



Figura 1-1: Estrutura do trabalho

2. METODOLOGIA SEIS SIGMA

Este capítulo introdutório busca fazer uma sinopse do que é o Seis Sigma, onde e como surgiu, quais são os principais fatores de sucesso, o que é a abordagem DMAIC, e quais são as principais limitações e críticas ao Seis Sigma. Também serão apresentados quais foram os motivos que incentivaram a escolha do tema..

2.1 Sobre o Seis Sigma

De acordo com Larson (2003), nos anos oitenta a Motorola estava encontrando muitos problemas relativos ao descontentamento de clientes, baixa qualidade e confiabilidade dos produtos e altas despesas operacionais. Além disso, eles estavam perdendo parte do mercado para os concorrentes japoneses. O modelo de negócios da Motorola simplesmente não havia sido projetado para a satisfação dos clientes, e ao mesmo tempo tinha muita burocracia interna desnecessária.

Para resolver o problema, o presidente de Motorola na ocasião, Bob Galvin, e um grupo de executivos foram enviados ao Japão para estudar os métodos operacionais e os níveis de qualidade dos produtos japoneses. Após analisar de perto, a Motorola concluiu através dos seus competidores (e também de seus clientes) que era preciso mudar os sistemas atuais em todas as operações - manufatura, serviço, administração e vendas – a fim de buscar a satisfação total do cliente.

Em 1987, visando recuperar sua participação de mercado e o reconhecimento dos clientes, a Motorola lançou o programa Seis Sigma. Para ele funcionasse foi necessário criar uma estrutura para esta nova metodologia. Entre alguns dos fatores essenciais podem-se citar: a forte base matemática, um método estruturado de resolver problemas, e uma mudança na cultura. Existem outros princípios que também são considerados essenciais e serão explicados mais adiante.

Na parte matemática, uma figura fundamental nesta iniciativa foi Bill Smith, um dos responsáveis pelo desenvolvimento da matemática envolvida no Seis Sigma. (LARSON, 2003).

Com relação método científico para resolver problemas, criou-se o DMAIC (Definição do problema; Medição dos dados; Análise dos dados; Melhoria, do inglês *Improve*; e, Controle das melhorias). Esta abordagem de resolução de problemas, que tem a sua origem no ciclo PDCA de Deming, permitiu que todos na companhia atacassem os problemas da mesma forma, independentemente da formação acadêmica. Esta metodologia será detalhada mais adiante no trabalho.

Além disso, para que a metodologia fosse adotada por todos, ela foi totalmente apoiada pela alta administração, em especial pelo presidente. Dessa forma, o Seis Sigma passou a fazer parte da cultura da empresa.

No caso da Motorola, a implementação do Seis Sigma foi um sucesso, tanto que no ano seguinte, a Motorola ganhou o Prêmio de Qualidade Nacional Malcolm Baldrige Nacional e o Seis Sigma foi consolidado como uma eficiente ferramenta de gestão da qualidade. Depois, em 2002, sua aplicação proporcionou à Motorola outro prêmio no setor governamental e industrial.

Inicialmente os objetivos principais eram melhorias em processos industriais, mas hoje em dia são aplicados em diferentes áreas, como marketing, compras, contabilidade, entre outras, sempre com a mesma meta de continuamente reduzir defeitos e custos relacionados à baixa qualidade.

Desde então muitas outras companhias importantes como General Electric, Sony, Honeywell, Kodak, JP Morgan, Jaguar, Ford, Lagarta, American Express, Common Wealth Health Corporation, Lloyds TSB, City Bank e Texas Instruments também implementaram com sucesso projetos Seis Sigma. (ANTONY; FERGUSSON, 2004)

2.2 **Princípios para o sucesso do Seis Sigma**

Aqui foram aproveitados dois estudos, um feito por Pande; Neuman e Cavanagh (2000) e o outro por Antony e Banuelas (2002), que buscaram listar os fatores essenciais para o sucesso do Seis Sigma. Alguns autores os chamam de fatores críticos de sucesso (FCS), enquanto outros o classificam de princípios de sucesso. Apesar de a nomenclatura ser diferente, a idéia é a mesma, são os ingredientes necessários para aplicar a metodologia Seis Sigma de forma bem sucedida.

- i) *Treinamento*: É essencial para que todos os empregados falem a mesma língua. Normalmente há uma hierarquia de conhecimento que é identificada pelo "sistema de cinturões" (MBB: *Master Black Belts*, BB: *Black Belts*, GB: *Green Belts*, entre outros). O nível de conhecimento do funcionário varia de acordo com a graduação do cinturão, e, para que o Seis Sigma seja aplicado de forma eficiente, a empresa precisa ter uma quantidade mínima de pessoas treinadas em cada um dos níveis. Além dessas pessoas, também existem os Patrocinadores e Campeões (do inglês *Sponsors* e *Champions*), que geralmente fazem parte da diretoria e que ajudam a coordenar os projetos.
- ii) *Ligar o Seis Sigma à estratégia da empresa*: É preciso estar claro como que os projetos Seis Sigma e outras atividades se relacionam com os clientes, atividades principais da empresa e competitividade. Para que isso seja possível, é necessário que exista um comprometimento por parte da diretoria, pois ao contrário, é provável que os projetos Seis Sigma percam o foco. Esse seria o papel dos Patrocinadores e Campeões.
- iii) *Foco genuíno no cliente*: Melhorias são baseadas pelo seu impacto na satisfação dos clientes e no valor da empresa.
- iv) *Administração baseada em dados e fatos*: Decisões empresariais devem ser baseadas predominantemente em fatos e dados, não apenas em opiniões e suposições. A metodologia disciplinada do Seis Sigma evidencia quais são as

medidas fundamentais para avaliar o desempenho empresarial. Logo, os funcionários devem ser capazes de usar as ferramentas e técnicas do Seis Sigma para analisar os processos e tomar decisões.

- v) *Colaboração sem fronteiras:* Em vez de ter competição entre os grupos, o trabalho em equipe deve ser reforçado. Ele facilita a conquista de metas comuns e fornece valor ao cliente. Ou seja, deve haver uma mudança cultural, na qual os empregados devem ser motivados a trabalharem em equipe, entendendo a importância do Seis Sigma.
- vi) *Foco no processo, administração e melhoria:* Controlar tanto os processos administrativos quanto os industriais pode resultar em aumento do valor para o cliente. Seja na indústria ou serviços, um modo para ganhar vantagem competitiva e criar valor ao cliente é focar no processo.
- vii) *Ligar o Seis Sigma aos fornecedores:* Muitas organizações encontram benefícios ao estender a aplicação dos princípios do Seis Sigma aos seus fornecedores, aumentando deste modo também a qualidade das matérias primas, componentes e demais materiais.
- viii) *Buscar a perfeição; tolerar falhas:* Embora pareça contraditório, estes dois aspectos são complementares na filosofia do Seis Sigma. Qualquer companhia que usa o Seis Sigma deve se esforçar constantemente para atingir a perfeição (sempre satisfazer as necessidades dos clientes). No entanto, quando se busca a perfeição, geralmente através de mudanças e inovações, é normal que nem todos os projetos sejam bem sucedidos. Logo, as empresas devem estar dispostas a aceitarem a existência de possíveis retrocessos e devem saber administrá-los.
- ix) *Priorização e seleção de projetos Seis Sigma:* Sabe-se que a correta seleção é fundamental para o sucesso de um projeto. Para que projetos sejam selecionados corretamente, é preciso haver uma estrutura lógica a ser seguida para identificá-los e selecioná-los. Caso os projetos sejam escolhidos meramente ao acaso, de acordo com os caprichos de alguns indivíduos, é provável que estes não tragam os retornos esperados à empresa. É necessário identificar quais são os critérios

mais importantes para a empresa, alinhá-los à estratégia, e selecioná-los usando técnicas eficientes.

O escopo deste trabalho é justamente focar neste princípio do Seis Sigma, procurando ver como que as melhores empresas em Seis Sigma realizam este processo, comparando as com como algumas empresas mais novatas.

2.3 DMAIC

Uma das metodologias mais importante no Seis Sigma é o DMAIC. O objetivo do DMAIC é fornecer um modo estruturado e lógico para enfrentar um problema. Ele é dividido em cinco fases: Defina, Meça, Analise, Melhore (do inglês *Improve*), e Controle. Em cada uma das fases existe uma série de atividades que devem ser seguidas para que o problema seja resolvido da melhor maneira possível. (PYZDEK, 2003)

As fases do DMAIC estão representadas a seguir. Foi usada uma figura circular para indicar que este processo é cíclico, ou seja, uma vez que tenha sido completado, ele deve ser recommçado.

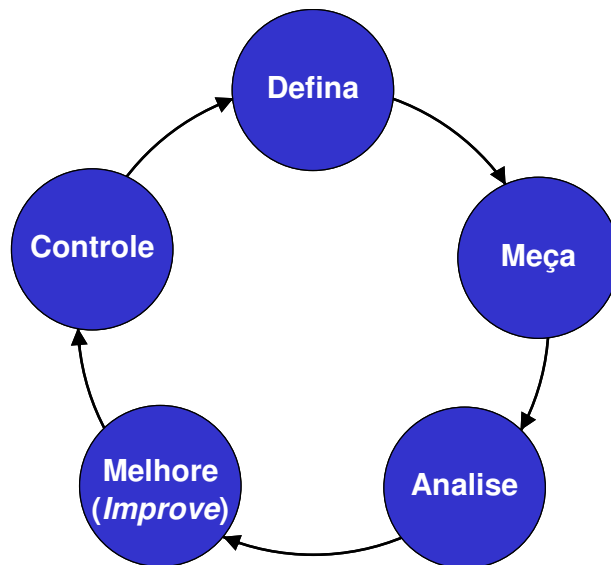


Figura 2-1: Processo DMAIC

Em seguida serão discutidas brevemente as principais atividades de cada fase do DMAIC.

Defina: Nesta fase, deve-se elaborar uma lista dos potenciais projetos. Eles surgem de pesquisas feitas com os principais *stakeholders* do processo e de outras fontes. Em seguida, escolhem-se os projetos a serem executados, levando em consideração os objetivos da empresa. É importante definir o escopo e as expectativas do projeto.

Meça: Nesta fase, decidem-se quais são os parâmetros importantes que devem ser medidos para que se entenda melhor o desempenho do processo. Ter dados precisos é muito importante para que os problemas possam ser entendidos e resolvidos de forma fácil e eficiente. Além disso, as decisões devem ser tomadas baseadas em dados e não em suposições, como foi mencionado em um dos FCS.

Analise: Uma vez que os dados foram colhidos na fase anterior, deve-se analisá-los através de ferramentas estatísticas e outras ferramentas da qualidade. Podem-se definir também quais são as metas de melhorias dos processos em questão.

Melhore: Aqui são implementadas as melhorias nos processos. Uma vez que os processos foram estudados é possível ver quais ações devem ser implementadas. É nesta fase que os níveis de defeito são reduzidos e o nível sigma é melhorado.

Controle: Na fase final, as novas condições dos produtos/processos são documentadas e monitoradas através de ferramentas de controle estatístico. Depois de aplicadas as melhorias, todos os processos passam por um período de ajustamento. Depois deste período, devem ser feitas novas análises para avaliar se são necessárias novas melhorias.

2.4 Principais limitações e críticas

Apesar de ser uma metodologia muito eficaz, o Seis Sigma também apresenta algumas limitações e críticas. Em seguida são apresentadas as principais críticas encontradas na literatura.

i) Incompatibilidade com algumas áreas

Uma limitação adicional normalmente associada ao Seis Sigma é de que certas áreas da companhia não podem ser ditadas pelo mesmo rigor científico usado na manufatura. Por exemplo, a área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) envolve uma quantia grande de pensamento criativo e original e pode sofrer sob o uso de muito rigor, dado que é uma forma de pesquisa de tentativa e erro e requer uma tolerância alta por fracasso. A idéia é aplicar o Seis Sigma seletivamente às áreas onde proverá um benefício. (PYZDEK, 2003; GOH, 2002)

ii) Pressupõe taxas de defeitos segundo a distribuição gaussiana

O cálculo de taxas de defeito ou taxas de erro está baseado na suposição de que os dados possuem uma distribuição gaussiana, o que não é sempre verdade. O cálculo de taxas de defeito para situações ‘não-normais’ ainda não é abordado de maneira satisfatória na literatura atual do Seis Sigma. (ANTONY, 2004)

iii) Tendência de "Seis Sigm-ificação" excessiva

Às vezes uma companhia pode estar obcecada com a metodologia, preocupando-se apenas em preencher todos os *balanced scorecards* e se esquecendo do negócio real. Em outras palavras, se não houver nenhum cuidado, o Seis Sigma pode de fato reduzir a eficiência da organização. Isto também foi mencionado por um Campeão que trabalha há vários anos em uma grande companhia norte americana que implementa o Seis Sigma.

Ele também comentou que ligar o Seis Sigma aos recursos humanos da empresa pode ter seus benefícios, mas também pode apresentar algumas desvantagens. Às vezes, a promoção de um empregado também depende do número de projetos que ele realizou, incitando-o assim a fazer a maior quantidade possível de projetos. Isto tem o efeito adverso de usar o Seis Sigma como um método de resolução de problemas único em todas as situações, não importando a relevância do assunto. Isso também reduz a eficiência, já que muitas vezes o uso básico de bom senso e simples intervenções seriam suficientes. (ANTONY, 2004)

iv) CTQs tratados como verdades absolutas e imutáveis

Devido ao dinamismo do mercado, as características críticas para a qualidade (CTQ) de hoje podem não ser importantes amanhã. Todas as CTQs deveriam ser criticadas e continuamente examinadas para serem redefinidas conforme necessário. Além disso, poucas pesquisas foram feitas em relação à otimização de CTQs múltiplas em projetos Seis Sigma. (GOH, 2002)

v) Falta de formação e certificação padronizada dos funcionários

Em respeito à formação e ao processo de certificação de *BB* e *GB*, existem também algumas limitações. Pesquisas mostraram que as habilidades e conhecimento desenvolvidos pelos *BB* variam entre as companhias e são em grande parte dependentes de qual é a instituição certificadora, que, entre elas, não têm procedimentos unificados quanto à certificação. Isto significa que nem todos os *Black Belts* ou *Green Belts* são igualmente capazes. (HOERL, 2001)

Além da diferença na formação dos *BB* e funcionários, também existem muitas empresas consultoras que reivindicam perícia em Seis Sigma, quando na realidade possuem apenas conhecimentos básicos no assunto. Houve um excesso de venda além da capacidade e uso extravagante da marca Seis Sigma por muitas empresas consultoras querendo lucrar em cima da popularidade da metodologia. (ANTONY, 2004)

vi) 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 investimento significativo. Esta característica particular desencoraja muitos empreendimentos de pequeno e médio porte a introduzir, desenvolver e implementar a metodologia Seis sigma. (ANTONY, 2004)

vii) Limitações intrínsecas de alguns processos para alcançar nível de 6 sigmas

Alguns autores, como Harry e Schroeder (2000), também reivindicam que é difícil de ultrapassar um nível de qualidade de cinco sigma, e que alcançar um nível seis sigma requer um redesenho do processo. Porém, companhias podem decidir redesenhar os seus processos bem antes de até mesmo um nível de qualidade de quatro sigma. Além do mais, não é lógico assumir que esta barreira é válida para todos os processos (fabricação, serviços ou transacional). É importante lembrar que a decisão de redesenho não depende somente do nível sigma atual, mas também de várias outras variáveis como risco, tecnologia, custo, demandas de cliente, tempo, complexidade, e assim sucessivamente.

viii) Falta de estruturas definidas para a seleção e priorização de projetos Seis Sigma

Outra limitação que é comentada na literatura é a falta de uma estrutura definida para a seleção de priorização de projetos Seis Sigma. De acordo com Antony (2004), existem muitas organizações que não baseiam suas decisões em dados concretos e análises mais aprofundadas, tomando decisões de forma subjetiva. Este fato vai totalmente contra dois dos princípios do Seis Sigma, que é justamente a correta seleção e priorização de projetos e o uso de dados para a tomada de decisão.

Um dos motivos que talvez explique este fenômeno é dificuldade para encontrar livros que tratam sobre este assunto especificamente. A maioria dos livros geralmente procura passar uma idéia de toda a filosofia do Seis Sigma, e outras características do Seis Sigma, sem entrar em muitos detalhes de como a seleção de projetos deveria ser feita.

Tendo este último ponto em mente, o trabalho propor-se-á a pesquisar e organizar de modo mais racional e seqüencial os passos necessários e essenciais para realizar esta tarefa. Tal estruturação pretende preencher uma lacuna atualmente existente na literatura. Uma vez que o processo de seleção for estruturado, será possível fazer a comparação entre as companhias americanas e italianas.

3. OBJETIVOS DO TRABALHO

Como foi apenas evidenciado, a seleção de projetos Seis Sigma, é ao mesmo tempo um fator crítico de sucesso e uma das principais limitações da metodologia. Isso é um problema muito sério, pois significa que algo que deveria ser feito de forma bem delineada e sem haver dúvidas, na verdade é um dos principais problemas enfrentados. Isto serve como motivação para fazer este trabalho, pois busca resolver um problema que as empresas enfrentam. Uma vez que este problema seja resolvido, permitira às empresas obter um aumento na eficiência da aplicação do Seis Sigma.

Este capítulo aborda quais são os objetivos deste trabalho e mostra a sua importância para o campo acadêmico e prático.

3.1 Objetivo

A identificação e seleção do projeto, por ser uma das primeiras etapas do Seis Sigma, é uma das fases mais importantes. Todos os resultados a vale dependerão das decisões feitas nessa etapa. De acordo com Snee (2005)¹ apud Setijono; Dahlgard (não datado), a seleção do projeto é discutivelmente um dos aspectos mais difíceis do Seis Sigma. Caso não seja conduzido da maneira correta, toda a iniciativa do Seis Sigma pode ser colocada em risco já que a organização pode perder a fé na metodologia.

Caso projetos inadequados ou com baixa relação custo/benefício sejam escolhidos, a empresa gasta muitos recursos (tempo, mão-de-obra, dinheiro, etc.) de forma desnecessária, além de não focar nos projetos que seriam mais relevantes.

Para fazer este estudo lançou-se mão de uma análise comparativa entre empresas americanas e italianas. Esta abordagem, que será mais bem explicada no próximo capítulo, permite estudar como que as empresas estão realizando este processo de seleção na prática, e compará-lo com o que existe na literatura até o momento.

A justificativa de escolher as empresas americanas é imediata, pois as empresas da amostra estão entre as pioneiras na aplicação do Seis Sigma, havendo já adquirido muita experiência ao longo do tempo através de tentativa e erro. A justificativa de escolher empresas

italianas já não é tão óbvia, mas também é justificável. O autor desta tese estava estudando no *Politecnico di Milano* na época em que os dados foram colhidos, e o professor que estava orientando o trabalho tinha grande interesse no grau de conhecimento do Seis Sigma nas empresas italianas. Logo, eis o motivo de comparar as empresas italianas, ainda em fase de desenvolvimento, com as americanas, já com um alto grau de maturidade.

Este trabalho agrega valor não apenas para as empresas participantes, mas também para todas as empresas que aplicam ou que pretendam aplicar Seis Sigma, pois fornece um manual com as linhas gerais de como executar o processo de seleção de projeto. Isso é muito importante, pois como foi constatado durante a análise bibliográfica, não existem livros de Seis Sigma que tratam sobre este assunto de forma detalhada e satisfatória. Logo, ao invés de focar em partes mais consolidadas do Seis Sigma, acredita-se que o enfoque deste trabalho agregue mais valor para a teoria atual.

De forma bem sucinta, o objetivo deste trabalho é: estruturar como o processo de seleção deveria ser feito (através de uma análise da literatura e através de conversas com profissionais do setor); mapear como que as empresas americanas executam o processo de Seleção em relação às empresas italianas; evidenciar os principais *gaps* existentes entre os dois grupos. Apesar de não ser um objetivo principal, sempre que possível serão comentadas as discrepâncias entre a literatura e a prática.

Resumindo, as principais perguntas que este trabalho busca responder são:

- 1. Como que as companhias fazem a seleção de projetos Seis Sigma na prática?**
- 2. Quais são as principais diferenças entre os métodos aplicados pelas companhias americanas e italianas?**

Pode-se dizer que o artigo "*Selection of Six Sigma Projects in the UK*" de Banuelas et al. (2006) serviu de inspiração para este trabalho. Era o único estudo já realizado que apresentava alguma semelhança com o que foi feito neste trabalho. No entanto, aqui o escopo do estudo foi além, pois se buscou organizar o processo de seleção de projetos de forma lógica e estruturada, e, principalmente, porque se realizou uma análise de *benchmark* entre dois grupos muito distintos de empresas. Dessa maneira, este trabalho se apóia em uma pesquisa já feita, porém agrega uma novidade à teoria existente.

4. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Este capítulo trata sobre a abordagem metodológica que será usada para estudar a seleção de projetos Seis Sigma. Será feita também uma pesquisa bibliográfica sobre como deve ser realizada uma análise de *benchmark*.

4.1 A Abordagem

A abordagem escolhida foi um *benchmark* funcional de processo, pois permite comparar como o mesmo processo é feito em companhias diferentes, independentemente do setor em qual elas atuam. Além disso, fornece um resultado muito útil para as empresas participantes, pois as permite visualizar quais são os *gaps* entre os seus métodos e os das empresas modelos, de forma que possam melhorar os próprios processos.

No subcapítulo seguinte, é feita uma análise bibliográfica de como deve ser realizado um *benchmark*, evidenciando quais são as etapas necessárias.

4.2 **Benchmark: Quadro teórico**

O cerne de um *benchmark* é comparação de como um processo é feito, e, conseqüentemente, a aprendizagem e a implementação das melhorias. A comparação pode ser feita dentro da própria organização, ou externamente, contra competidores ou companhias em setores diferentes que aplicam processos semelhantes. Porém, para que se possam entender as diferenças entre os processos a serem comparados, é essencial primeiro entender perfeitamente como se executa o processo na própria companhia. Dessa forma, a organização não aprende apenas quando se compara a outras companhias, mas também quando realiza a auto-análise. (SPENDOLINI, 1992; CAMP, 1989)

Há muitas definições diferentes para *benchmark*; de acordo com a *American Productivity & Quality Center* (APQC) (2008):

"Benchmark é o processo de medir e comparar continuamente uma organização contra líderes em qualquer lugar no mundo, de forma a adquirir informação que ajudará a organização a tomar medidas que melhorem seu desempenho"

Spendolini (1992) também define *benchmark* de uma maneira bem similar, focalizando no que deve ser comparado:

"Benchmark é um processo contínuo, sistemático para avaliar os produtos, serviços, e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como tendo as melhores práticas, com o objetivo de melhorar a própria organização"

Conforme citado acima, *benchmark* não só pode ser aplicado contra competidores, mas também internamente ou contra companhias em setores diferentes. Estas três abordagens principais são descritas de uma maneira abreviada abaixo:

- **Benchmark Interno:** Comparar atividades semelhantes entre departamentos diferentes na mesma organização ou subsidiárias em outros países ou regiões.
- **Benchmark Competitivo:** Comparar contra competidores diretos.
- **Benchmark Genérico/Funcional:** Comparar processos semelhantes contra outras companhias, independentemente da indústria a qual pertencem.

Também é necessário definir o objeto da comparação. De acordo com Camp (1989) e Spendolini (1992) os principais objetos comparados são:

- Produtos e serviços
- Desempenho organizacional
- Estratégia
- Processo de trabalho

De acordo com as descrições acima, pode-se classificar este estudo como um *benchmark* funcional de um processo de trabalho, já que compara o processo de seleção de projetos Seis Sigma entre organizações em setores diferentes e em países diferentes. Embora em um nível mais micro alguns dos fatores de decisão possam mudar de acordo com a indústria específica, a estrutura básica do processo de seleção de projetos permanecerá a mesma, o que permite a comparação entre empresas de setores diferentes.

Independentemente do *benchmark* a ser aplicado, os passos usados na metodologia são basicamente os mesmos: o estudo do processo a ser analisado; a coleta de dados das empresas participantes; a comparação das empresas para identificar as diferenças entre os processos; a identificação de quem é o melhor em classe e quais são as melhores práticas; a aprendizagem com os outros participantes no mercado; e, finalmente, a melhoria dos próprios processos através dos resultados obtidos nas etapas anteriores.

Há, porém, certa divergência entre autores em relação a quantos passos devem ser aplicados. Camp (1989), um dos pioneiros do *benchmark* na Xerox, usa um processo de cinco fases, as quais são subdivididas em doze passos. Spendolini (1992), que também trabalhou na Xerox, desenvolveu um processo de cinco passos.

De qualquer maneira, embora o número de passos possa diferir, os princípios básicos permanecem os mesmos. Usando a metodologia de cinco fases de Camp (1989), explicar-se-á em seguida como o *benchmark* foi estruturado para realizar a análise neste trabalho.

Cinco fases do processo de *benchmark*:

1. Planejamento
2. Análise
3. Integração
4. Ação
5. Maturidade

Primeira fase: Planejamento

Como em qualquer processo, a fase de planejamento é o passo mais importante de todo o processo de *benchmark*, envolvendo a definição do que será analisado. O objeto da análise pode ser desde um produto tangível até um processo de natureza intangível, mas de qualquer forma será algo que tenha um impacto significativo nos resultados da companhia.

De acordo com este princípio decidiu-se comparar o processo de seleção projetos Seis Sigma. Já que a seleção de qual projeto executar é o primeiro passo da metodologia Seis Sigma, tal seleção tem um impacto direto nos benefícios que a companhia pode alcançar. Isso faz com que a adequada seleção de projetos seja um fator crítico de sucesso na implementação de Seis Sigma.

Nesta fase, a companhia também tem que identificar as companhias contra as quais executará o *benchmark*. Neste caso, organizou-se um Círculo Seis Sigma, que será explicado melhor mais adiante no trabalho, com algumas das principais companhias italianas que aplicam Seis Sigma. Além disso, foi preparada e aplicada uma pesquisa na qual foram obtidos dados mais específicos tanto sobre as empresas italianas quanto sobre as empresas americanas que apresentam uma grande experiência em Seis Sigma.

De acordo com a literatura, além de definir o objeto do estudo e as companhias a serem analisadas, deve-se analisar muito detalhadamente como que o processo é executado internamente. O escopo desta ação é identificar como o processo é executado, quais são os indicadores de desempenho fundamentais, e quais são os *outputs* do processo. Isto serve para decidir o que deve ser medido, de forma a permitir uma comparação com outras companhias.

Porém, devido a recursos limitados (principalmente tempo e dinheiro), neste caso foi feita uma extensa revisão da literatura que permitiu identificar cada um destes fatores. Mais adiante no trabalho há um capítulo que explica quais são todas as etapas do processo de seleção, identificando os principais parâmetros.

Neste estudo, decidiu-se comparar os processos de cada empresa de acordo com a estrutura formulada na análise da literatura. Esta análise da literatura foi fortemente baseada em um trabalho feito por Bagnoli e Belmonte (2008) no *Politecnico di Milano*. Ao comparar os dois grupos de companhias (americanas vs italianas) será possível ver se existem indicações forte o suficientes para indicarem melhorias a serem feitas pelas companhias italianas.

Para dar uma prévia do que será explicado de forma mais detalhada na análise bibliográfica, seguem os parâmetros que foram considerados os mais pertinentes ao processo de seleção de projetos Seis Sigma:

- Fontes usadas para identificar projetos
- Ferramentas usadas para identificar potenciais projetos Seis Sigma
- Critérios usados para priorizar os projetos
- Ferramentas usadas para priorizar e selecionar projetos Seis Sigma
- Time de seleção de projeto
- Principais indicadores de desempenho usados para medir os resultados dos projetos executados

É importante lembrar, como foi dito por Nath e Mrinalini (2000), que o *benchmark* não é baseado apenas em dados totalmente efetivos e precisos. É aceito que o *benchmark* às vezes tenha que confiar em dados imperfeitos, ou com precisão questionável; mas, em todo caso, o foco do *benchmark* deveria estar no que é mais importante, e não no que é mais fácil de medir.

O último passo da fase de planejamento é coletar os dados dos participantes. Para este propósito, como previamente citado, se organizaram: um Círculo Seis Sigma, questionários para obter dados de um grupo maior de companhias, e entrevistas com praticantes de Seis Sigma das companhias participantes.

Segunda Fase: Análise

A próxima fase consiste em determinar as diferenças entre os processos realizados por cada grupo de empresas. Como foi mencionado antes, em nossa amostra existem dois grupos muito distintos; um grupo que é composto por seis companhias italianas com poucos anos de experiência e outro que é composto por cinco companhias americanas altamente especializadas em Seis Sigma. Logo, esta análise irá focar nas diferenças apresentadas entre os dois grupos participantes.

Além de identificar as diferenças entre os grupos de companhias, sempre que possível, avaliar-se-ão as divergências que existem entre a teoria e a prática.

Novamente, de acordo com Nath e Mrinalini (2000), que executaram um estudo global de *benchmark* sobre P&D com 60 organizações de todo o mundo:

"Quem é o melhor é altamente discutível e, provavelmente, é necessário realizar um benchmark para saber primeiro que é o melhor. Na realidade, foi percebido logo no início que poderia não haver apenas uma organização melhor, a qual apresente as melhores práticas para todos os processos. Logo, percebeu-se que era possível que os melhores processos para cada um dos diferentes processos de P&D poderiam estar espalhados em diversas empresas."

Por este motivo, se decidiu que neste estudo o grupo inteiro composto pelas companhias americanas, e não apenas uma única companhia, representaria o melhor em classe. Isto está principalmente baseado no fato de que todas neste grupo têm muitos anos de experiência a mais que qualquer uma das empresas italianas, estando algumas, inclusive, entre as pioneiras em Seis Sigma. Assumir o grupo inteiro como melhor em classe é uma hipótese forte, mas é uma que tem que ser feita para que o trabalho proceda.

Existe também a possibilidade neste caso, como mencionado por Nath e Mrinalini (2000), que a melhor prática ainda pode estar em algum lugar fora das companhias selecionadas. Porém, novamente devido a recursos limitados, tal limitação não foi ignorada, mas foi assumida como um lado negativo e inato deste trabalho.

Terceira Fase: Integração

A fase de integração envolve a comunicação o aceite dos resultados do *benchmark*. Para realizar esta fase foi elaborado e enviado às empresas participantes um relatório com as principais análises, resultados da pesquisa realizada, e possíveis melhorias a serem feitas. A partir deste ponto, com as informações recebidas, as empresas podem estabelecer novas metas a serem atingidas.

Fases adicionais e escopo do trabalho

As duas fases seguintes, Ação e Maturidade, estão fora do escopo deste trabalho, uma vez que está nas mãos das companhias desenvolverem e implementarem planos de ação específicos, e monitorarem o progresso.

Abaixo segue um esquema resumido de onde este trabalho se encaixa em uma análise de *benchmark* de acordo com as cinco fases de Camp (1989):

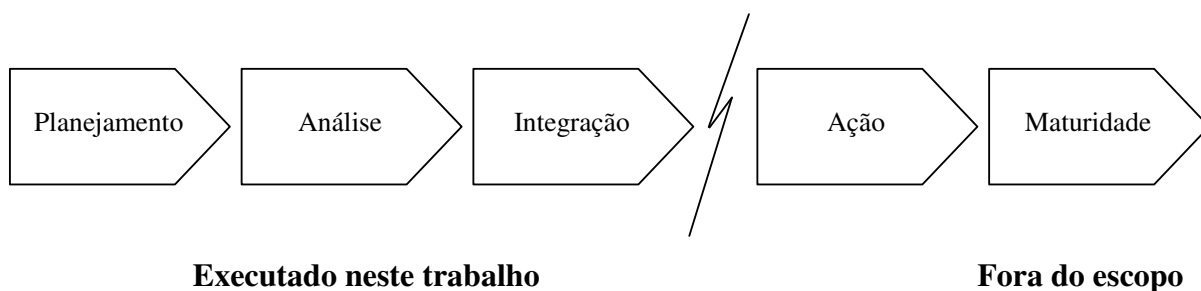


Figura 4-1: Escopo do trabalho

5. COLETA DE DADOS

Este capítulo apresenta quais foram as diversas formas utilizadas para se fazer a coleta dos dados necessários para a realização do *benchmark*.

Como foi explicado no capítulo anterior, a coleta de dados e a pesquisa inicial para mapear como o processo é feito são etapas essenciais do *benchmark*. Para juntar os dados necessários para se realizar a análise foram usadas três abordagens diferentes: um Círculo Seis Sigma, que nada mais é do que uma reunião com importantes companhias italianas; um questionário que foi preparado e distribuído para o maior número de companhias possível; e, por último, mas definitivamente não menos importante, entrevistas com peritos em Seis Sigma. Cada uma destas abordagens será explicada brevemente.

A figura seguinte ilustra como foi feita a coleta de dados:

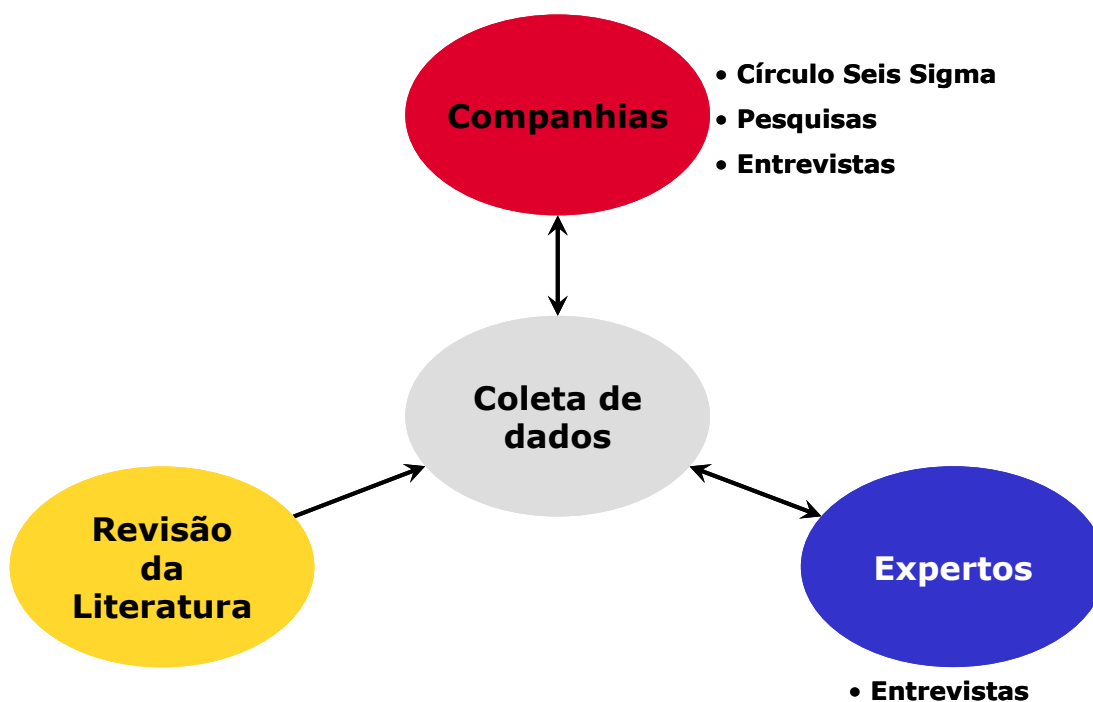


Figura 5-1: Coleta de dados

5.1 Círculo Seis Sigma

O primeiro passo usado para atrair companhias para participarem deste estudo foi organizar um Círculo Seis Sigma, isto é, uma reunião com um grupo de empresas que praticam Seis Sigma. A organização do evento ficou a cargo do professor Alessandro Brun do *Politecnico di Milano*, pois ele dispunha do contato com diversas empresas italianas.

Nesta reunião, algumas companhias apresentaram a metodologia que elas usavam para selecionar projetos. O Círculo Seis Sigma foi muito útil para obter alguns dados iniciais sobre as companhias participantes, mas o benefício maior da reunião foi, sem dúvida, o contato estabelecido com as empresas.

O único lado negativo de um Círculo Seis Sigma é que se consome muito tempo para organizá-lo. Além disso, considerando que a maioria dos participantes são altos executivos, nem sempre eles estão disponíveis para realizar uma atividade como esta que consome grande parte do dia.

5.2 Pesquisa

A pesquisa, por outro lado, atende justamente a necessidade de se obter uma grande quantidade de dados de uma amostra grande. Apesar de consumir muito tempo para se preparar um questionário bem feito, uma vez pronto, basta enviá-lo ao maior número possível de empresas.

Muitas considerações devem ser feitas para se preparar um bom questionário: não pode ser muito longo, pois isto desestimula a pessoa a respondê-lo; apesar de ser curto, tem que colher a maior quantidade de informações úteis possíveis; deve ser de fácil compreensão por todas as pessoas; entre outras considerações como estética e erros gramaticais que, caso não estejam adequados, diminuem consideravelmente a credibilidade do mesmo. O questionário elaborado pode ser visto no apêndice deste trabalho.

5.3 **Entrevistas**

Foram feitas também algumas entrevistas para colher outras informações necessárias para a análise. As entrevistas foram feitas com algumas das empresas que responderam ao questionário, com professores universitários, e com peritos em Seis Sigma

A grande vantagem da entrevista é que se pode entrar em maiores detalhes sobre os processos de seleção de projetos. Além disso, as entrevistas podem ser usadas para esclarecer eventuais dúvidas que surgiram ao se analisar as repostas das empresas no questionário.

O lado negativo, porém, é que se consome um tempo considerável para conseguir marcar e efetuar a entrevista, e depende também da disponibilidade e interesse do entrevistado.

Entre os entrevistados pode-se citar: o prof. Alessandro Brun (professor do *Politecnico di Milano*, perito em Administração da Qualidade e consultor de Seis Sigma), Gilberto Strafacci Neto (consultor de Qualidade, Seis Sigma e ISO da Setec em São Paulo) e um Campeão de Seis Sigma e diretor de alto nível de uma das maiores companhias americanas com extensa experiência em seleção de projetos.

6. PROCESSO DE SELEÇÃO DE PROJETOS

Este capítulo abordará o processo de seleção de projetos Seis Sigma. Ele é dividido em três partes principais. A primeira parte mostra a importância do processo de seleção de projetos Seis Sigma e como ela foi estruturada. A segunda parte descreve as diferentes fases do processo de seleção, cada fase em um subcapítulo. E a terceira parte descreve a importância de se medir os resultados e alguns dos indicadores de desempenho usados.

6.1 Importância da fase de seleção de projetos

Como já foi mencionado antes, por ser uma das fases iniciais da metodologia Seis Sigma, a seleção de projetos tem um grande impacto em todas as fases subsequentes. De acordo com Pyzdek (2003), caso a seleção de projetos não seja bem feita, todo o esforço por trás do Seis Sigma pode ser em vão. No entanto, apesar de toda esta importância, são poucos os livros que tratam a fundo este argumento. Geralmente, discute-se apenas uma parte do processo, ou então o processo é tratado apenas de forma superficial. O único livro que propõe um método um pouco mais estruturado é o do Pyzdek (2003).

Nesta seção, através de uma extensa revisão bibliográfica feita por Bagnoli e Belmonte (2008), busca-se estruturar da forma mais lógica e sequencial possível o processo de seleção de projetos Seis Sigma. O processo foi dividido em duas fases principais, como pode ser visto na figura a seguir. A primeira fase é a Identificação de Potenciais Projetos, a qual é subdividida em duas fases: fontes de idéias de projetos e ferramentas de identificação de projetos. A segunda fase é a Priorização e Seleção de Projetos, que, por sua vez, é subdividida nas fases: critérios de seleção, ferramentas de priorização e time de seleção de projetos.

Apesar de não aparecer no gráfico, por ser uma fase posterior a execução do projeto, a última parte deste capítulo trata sobre a importância de medir os resultados dos projetos. Esta última fase é essencial para que a empresa possa aprender com os seus erros e acertos.

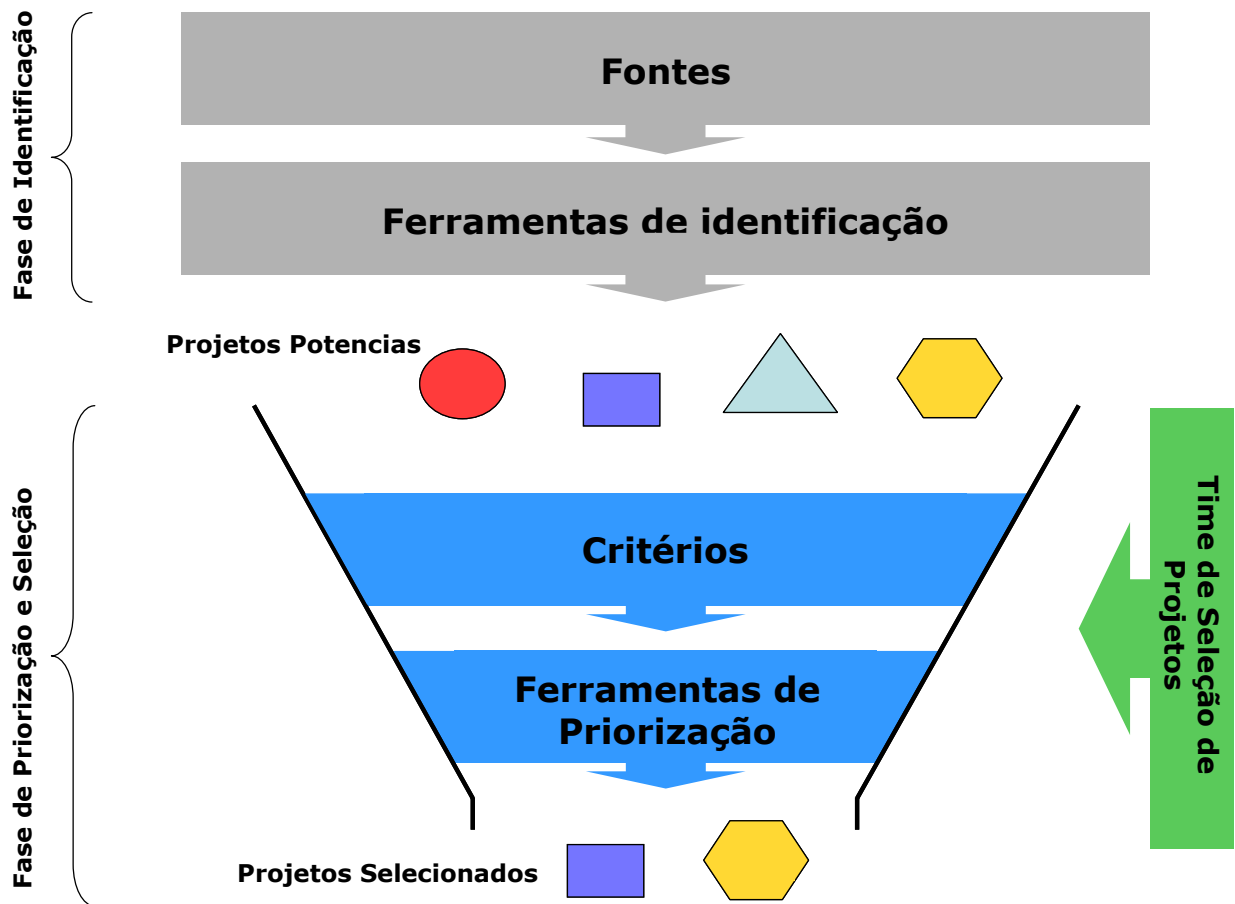


Figura 6-1: Estrutura do processo de seleção de projetos Seis Sigma

6.2 Identificação de potenciais projetos Seis Sigma

Como foi apenas mencionado, este subcapítulo trata sobre as fontes de idéias para possíveis projetos Seis Sigma e sobre as ferramentas usadas para captar as idéias destas fontes.

6.2.1 Fontes

O que será chamado de fonte é a origem das idéias dos projetos Seis Sigma a serem realizados pela empresa; é onde são identificados os potenciais projetos. Geralmente quando se pensa em projetos de melhoria, umas das primeiras coisas que vem à mente é um projeto que melhore a qualidade de um produto de forma a atender às necessidades do cliente. Realmente o cliente é uma das principais fontes de idéias como diz Thomsett (2005); existem porém diversos outros *stakeholders*, como por exemplo os funcionários, e os fornecedores.

Percebe-se que as fontes a serem usadas pelas empresas podem ser diversas. Outras idéias podem surgir de uma comparação com outra empresa do setor, de desenvolvimentos na tecnologia, e assim por diante.

Para definir quais são as principais fontes, usou-se uma lista elaborada por Banuelas et al. (2006) e uma análise bibliográfica, a qual pode ser vista na tabela abaixo:

	Larson (2003)	Smith et al (2002)	Brue (2002)	Basu (2003)	Pzydek (2003)	George (2003)	Park (2003)	Thomsett (2005)
Clientes	X	X	X		X	X	X	X
Funcionários	X	X	X	X	X	X		X
Fornecedores		X	X	X	X	X	X	X
Desenvolvimentos tecnológicos				X		X	X	
Extensão de outros projetos Seis Sigma		X			X			
Benchmark contra outras companhias		X	X	X	X	X	X	
Redução de desperdício		X	X	X	X	X	X	

Tabela 6-1: Resumo da análise bibliográfica - Fontes

Em seguida, será discutida a importância de cada fonte.

i) Clientes

O cliente é uma figura fundamental de qualquer projeto de qualidade. Caso a empresa não entenda quais são suas necessidades e desejos, não adianta fazer melhorias no projeto, pois se poderia até aumentar a eficiência, porém não a eficácia. De acordo com Antony e Fergusson (2004), caso as organizações não consigam providenciar produtos ou serviços com a qualidade desejada pelos seus clientes, a imagem da empresa acaba sendo manchada e corre-se o risco de os clientes começarem a criticar a empresa para potenciais clientes.

Esta idéia também é corroborada por Basu e Wright (2003), para quem o foco da empresa deveria ser entregar um produto de valor agregado segundo a visão do cliente. Esta visão do cliente é chamada por muitos autores como VOC (*Voice of the customers*), que nada mais é do que entender exatamente o que o cliente quer. (PYZDEK, 2003). Um dos erros de muitas empresas é supor que já se saiba quais são as necessidades dos clientes, ao invés de fazer algum tipo de pesquisa para descobrir.

Também dever ser levado em consideração que o cliente não é apenas o cliente final, pode ser também um cliente interno da empresa. Um cliente interno pode ser definido como a próxima pessoa ou departamento no processo. (BASU; WRIGHT, 2003; BRUE 2002)

Portanto, diversas idéias de potenciais projetos Seis Sigma podem surgir ao ouvir o que o cliente tem a dizer.

“Understanding value from the customer’s perspective is the first principle for us because if you get that wrong, then, by definition, the rest of what you do is waste.” (Entender o valor através do ponto de vista do cliente é o primeiro princípio para nós, pois se você não o entende, por definição, todo o resto que você fizer será desperdício)

—Mike Joyce, Vice President, LM-21 Operating Excellence/ Lockheed Martin

ii) Funcionários

Como foi apenas citado, o empregado deve ser considerado como um cliente interno da empresa. Ou seja, é outra fonte de grande importância a ser ouvido ao procurar possíveis idéias de projetos Seis Sigma. (PYZDEK, 2003)

Obviamente existem diversos níveis diferentes de empregados, desde a alta administração até os operadores da linha de produção. Cada um destes pode contribuir de uma maneira diferente na sugestão de novos projetos Seis Sigma. Por exemplo, um vendedor que tem contato direto com o cliente, tem uma sensibilidade maior de quais são as necessidades do cliente. Enquanto que um operário que trabalha diretamente na linha de produção tem uma visão mais detalhada do processo em si. Detalhes invisíveis de longe, conhecimentos específicos e convivência com os problemas e condições presentes no processo são fatores que enaltecem o papel dos operadores como possíveis e importantes fontes. Por último, um diretor ou outra pessoa da alta administração tem uma visão mais global da empresa. Desta forma, cada um pode contribuir de uma maneira diferente.

De acordo com Brue (2002), ouvir as idéias dos empregados, de todos s níveis, também é bom, pois aumenta a moral e a auto-estima deles. A motivação e interesse dos empregados pelo Seis Sigma acaba aumentando, pois eles sentem que estão contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento da empresa.

Logo, ouvir o que os funcionários têm a dizer tem um duplo efeito benéfico: é uma excelente fonte de idéias, e, ao mesmo tempo, aumenta a moral deles.

iii) Fornecedores

Outra importante fonte de potenciais projetos Seis Sigma são os fornecedores da empresa. Hoje em dia, algumas companhias já exigem que seus fornecedores tenham certificações do tipo ISO 9000, ou seja, que forneçam produtos ou serviços que atendam a determinadas especificações. No entanto, ainda existem muitos fornecedores que não apresentam este nível de qualidade e que podem ser melhorados, de forma a atender melhor as necessidades da empresa.

Logo, conversar com o fornecedor e pensar de que maneira os dois podem trabalhar juntos de forma a melhorar a qualidade do produto/serviço é uma ótima fonte de idéias para projetos Seis Sigma.

Ao se melhorar a qualidade dos *inputs* é possível reduzir a quantidade de matéria-prima estocada, melhorar o desempenho do processo, reduzir a quantidade desperdício; reduzindo, conseqüentemente, os custos. (BASU; WRIGHT, 2003)

iv) Desenvolvimentos tecnológicos

Outra possível fonte de potenciais projetos Seis Sigma são os desenvolvimentos na tecnologia. Companhias, mais notavelmente aquelas em setores de alta tecnologia, sempre estão sob a pressão de lançar tecnologias novas ou versões atualizadas de softwares prévios. Usando a metodologia Seis Sigma eles podem reduzir tempo para comercializar, desenvolver processos industriais mais eficientes e reduzir o número de defeitos presentes nestes novos produtos.

Um exemplo disto pode ser visto em um caso citado por McAdam e Lafferty (2004). A Seagate, uma dos maiores fabricantes do mundo de discos rígidos, gravadores e mídia, busca constantemente lançar produtos novos. Sua visão corporativa achada no site da Web diz:

"Através da liderança da tecnologia e da inovação, a Seagate continua ajudando os indivíduos e negócios a maximizarem o potencial do conteúdo digital deles em um mundo de constante evolução e imediatista." (Conforme declarado na visão corporativa)

Embora neste caso, como reivindicado no artigo, a companhia teve dificuldades em implementar o Seis Sigma corretamente, ainda sim pode servir como um exemplo prático do uso de desenvolvimentos em tecnologia como uma fonte para potenciais projetos Seis Sigma.

v) Extensão de outros projetos Seis Sigma

De acordo com Adams; Gupta e Wilson (2003), não é incomum para um time de projeto achar áreas novas de melhoria após a conclusão de um projeto Seis Sigma. Quase a metade das companhias em uma pesquisa feita por Banuelas et al. (2006) informou ter identificado potenciais projetos Seis Sigma pela extensão de outros projetos.

Embora normalmente sejam alcançadas melhorias depois da implementação de um projeto Seis Sigma, é errado assumir que não há mais nenhum outro possível melhoramento a ser feito. Por exemplo, se o processo aprimorado era um gargalo no sistema, é bastante possível que uma nova restrição aparecerá. Este normalmente é o caso quando companhias usam ferramentas como a teoria das restrições (*Theory of constraints* - TOC) para ajudar a

decidir quais projetos Seis Sigma realizar. Esta ferramenta e outras serão descritas mais a frente no trabalho.

No entanto, podem ser achados potenciais projetos Seis Sigma mesmo se o projeto prévio não fosse necessariamente um gargalo no sistema. Enquanto uma companhia estiver trabalhando em um projeto específico, pode perceber que há muitas outras possibilidades de melhoria a serem feitas relacionadas ao projeto atual. Uma vez terminado o projeto atual, passará então para o próximo, e assim sucessivamente.

vi) *Benchmark* contra outras companhias

Se uma companhia quer ter sucesso no mercado, ela deve ter uma vantagem competitiva sobre os concorrentes. Isto é sempre dito por autoridades como Michael E. Porter e Jack Welch. Então, fazer um *benchmark* contra outras companhias também pode ser uma fonte poderosa para identificar potenciais projetos Seis Sigma.

O manual para o *Malcolm Baldrige National Quality Award Criteria for Performance Excellence* (2008) indica também que é importante que todas as organizações usem dados e informações comparativas por três razões principais: o primeiro é saber onde a companhia está relativamente aos concorrentes e às melhores práticas; o segundo é que *benchmark* pode freqüentemente fornecer o ímpeto para uma inovação radical (*breakthrough*) ou melhoria significativa; e por último, porque conduz a uma compreensão melhor do processo e do desempenho da própria companhia.

vii) Desperdício

Um dos principais focos do Seis Sigma é justamente a redução da variância e do desperdício resultante da não-conformidade de um produto ou serviço. No entanto, existem outros tipos de desperdício. Os japoneses chamam o desperdício de *muda*, o qual inclui todos os tipos de desperdício e não apenas produtos defeituosos.

A Toyota classifica a redução de desperdício em sete categorias, a saber: (OHNO¹ 1988 apud PYZDEK, 2003)

- Defeitos
- Excesso de produção
- Excesso de estoque

- Excesso de processamento de um produto
- Movimentação desnecessária das pessoas
- Movimentação e transporte desnecessário do produto
- Tempo de espera

6.2.2 Ferramentas para a identificação de projetos Seis Sigma

Uma vez que as principais fontes foram descritas, passa-se às ferramentas de identificação de projetos. Baseando-se na literatura e em uma pesquisa feita por Banuelas et al. (2006), na qual são analisadas as principais ferramentas usadas pelas companhias no Reino Unido, as ferramentas a serem analisadas são as seguintes:

	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 CTQ			x		x			
Focus Groups		x			x			x
Entrevistas	x	x	x	x	x		x	x
QFD				x		x	x	x
Análise de Kano			x					x
Pesquisas	x	x	x	x	x		x	x
Diagrama de Ishikawa	x				x	x	x	
Fluxograma	x	x			x		x	x

Tabela 6-2: Resumo da análise bibliográfica – Ferramentas de identificação

Comparando com a lista usada por Banuelas et al. (2006), aqui foram acrescentadas as ferramentas: Diagrama de Ishikawa e o Fluxograma. Esta decisão foi tomada devida à importância e frequência com que elas aparecem na literatura.

i) Brainstorming

Brainstorming é uma ferramenta muito simples projetada para estimular a discussão de grupo e para pensar em muitas idéias diferentes para a solução de um problema, ou neste caso, definir quais são projetos Seis Sigma potenciais.

Há quatro regras básicas a fim de reduzir as inibições sociais que acontecem em grupos e estimular a geração de novas idéias. O resultado esperado é uma sinergia dinâmica que aumentará a criatividade do grupo dramaticamente. Osborn (1963) propôs quatro regras básicas no *Brainstroming*:

- **As idéias não podem ser criticadas:** Julgamentos negativos de idéias devem ser retidos até mais tarde.
- **Idéias originais:** Inventar idéias diferentes pode abrir meios novos de pensar e prover soluções melhores do que idéias regulares.

- **Quantidade:** Quanto maior o número de idéias, mais provável será produzir uma solução nova e efetiva.
- **Combinações e melhorias:** Além de contribuir com idéias próprias, os participantes deveriam sugerir como idéias de outros podem ser transformadas em idéias melhores; ou como podem ser unidas duas ou mais idéias em uma outra.

ii) Árvore CTQ

A árvore CTQ é uma ferramenta projetada para pegar as necessidades mais gerais dos clientes e as quebrarem em níveis mais detalhados de exigências de comportamento. Esta quebra é útil para a companhia focalizar em exigências específicas e identificar potenciais projetos Seis Sigma relacionados a elas (ECKES, 2003).

Por exemplo, um cliente poderia querer um modelo novo de telefone celular, mas as exigências reais/cruas dele poderiam ser: tocador de música portátil, espaço de armazenamento de memória grande, um dispositivo de alta tecnologia, etc. Para cada uma destas exigências pode haver outras sub-exigências, de forma que a árvore precisará ser descrita em maiores detalhes. Abaixo segue um exemplo muito simples de uma árvore CTQ:

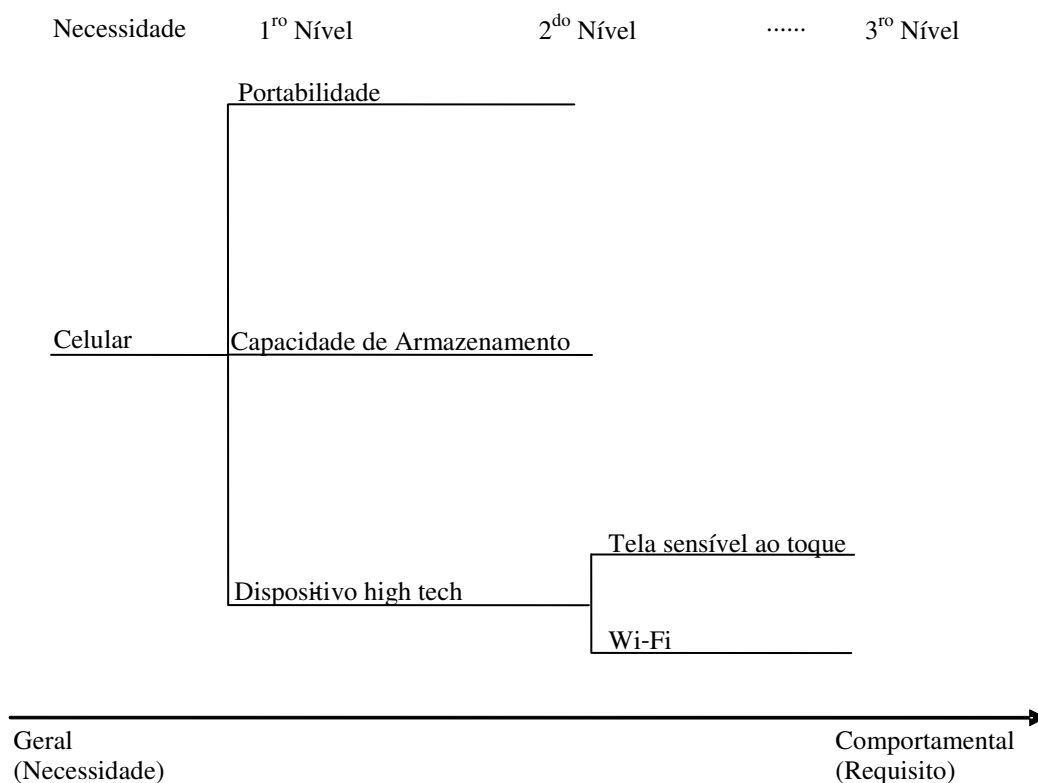


Figura 6-2: Árvore CTQ

Esta ferramenta é, de acordo com a literatura, uma das mais importantes e elementares a ser usada devida à sua simplicidade. Outra vantagem é a capacidade de fornecer uma visão e entendimento facilitados da relação entre as necessidades do cliente, a qualidade e as exigências para todos dentro da empresa. Porém, é óbvio que esta ou qualquer outra ferramenta sozinha está longe de ser suficiente para uma identificação satisfatória de projetos Seis Sigma.

iii) Focus Group

O *focus group*, que pode ser traduzido para o português como discussões de grupo, é um tipo de pesquisa qualitativa no qual um grupo de pessoas é reunido e se discute o que pensam sobre um produto/serviço, uma campanha de marketing ou qualquer outro assunto. O grupo geralmente é formado por um grupo de sete a dez pessoas que encaixam no perfil que a empresa está interessada, os quais discutem sobre o assunto por uma a duas horas. (PYZDEK, 2003)

O grupo é coordenado por um moderador o qual guia a discussão em torno de um assunto pré-determinado, mas que tenta deixar a discussão fluir o mais livre possível. O objetivo é ver como que as pessoas reagem à idéia apresentada.

Ainda segundo Pyzdek (2003) o *focus group* pode ser usado nas seguintes situações: antes de começar o planejamento estratégico, para gerar perguntas para questionários, para testar a idéia de novos produtos, e para determina quais são os critérios de decisão dos clientes.

Porém existem algumas críticas ao *focus group*. O moderador não tem tanto controle quanto em uma entrevista individual, logo pode perder tempo em discussões não produtivas, pode ser difícil analisar os dados obtidos, e, por último, a quantidade de pessoas em um grupo não é estatisticamente significativa. Há também a possibilidade do moderador influenciar os resultados obtidos na discussão.¹

iv) Entrevistas

As entrevistas podem ser usadas com um grande espectro de *stakeholders* do processo. Podem-se entrevistar clientes potenciais, clientes perdidos, funcionários, fornecedores, e quaisquer outras pessoas que possam contribuir com idéias de melhoria. A entrevista serve

para obter idéias gerais, não esclarecidas, ou priorizadas. Em geral, a maior parte das informações é de natureza qualitativa. (GEORGE, 2003)

A grande vantagem da entrevista é que o entrevistado tem a oportunidade de expor uma variedade maior de idéias, as quais não necessariamente seriam perguntadas em um questionário. Além disso, o entrevistado pode comentar de forma mais profunda alguma questão que possa surgir ao longo da entrevista.

O que deve ser levado em consideração, porém, é que para se entrevistar uma quantidade grande de pessoas é necessário muito tempo tanto para realizar a entrevista quanto para se preparar. Além disso, é preciso encontrar um horário que seja conveniente tanto para o entrevistado quanto para o entrevistador.

v) Pesquisas

A pesquisa, por outro lado, pode ser usada para colher dados de uma grande quantidade de pessoas. Em geral, leva-se bastante tempo para preparar uma pesquisa de boa qualidade que seja clara, sintética e que ao mesmo tempo consiga abranger todos os tópicos necessários. No entanto, uma vez que a pesquisa foi elaborada, basta enviá-la para o maior número de pessoas possível.

A pesquisa geralmente é aplicada quando se deseja obter dados mais quantitativos e comparativos. Os tipos de perguntas mais freqüentes são: perguntas abertas, de múltipla escolha, sim ou não, perguntas de classificação, e de pontuação. A maioria dessas perguntas permite realizar testes estatísticos para analisar os resultados.

vi) Função desdobramento da qualidade (QFD)

Este item é um pouco mais longo que os demais, pois o QFD exige uma explicação mais detalhada devida a sua complexidade.

QFD é uma ferramenta muito poderosa que é usada para traduzir as necessidades e expectativas do cliente (interno, externo, regulador, etc.) em características mensuráveis e em exigências nos produtos ou serviços ao longo de cada fase do desenvolvimento. Isto é feito ouvindo-se a voz do cliente, declarado nas próprias palavras deles, e depois agrupando em uma lista de necessidades, semelhantemente a como é feito na árvore de CTQ. Em seguida, se buscam ligações entre tais necessidades e as funções de *design*, desenvolvimento, fabricação e serviço. (SHINA, 2002; GEORGE, 2003; YANG; EL-HAIK, 2003)

O QFD pode ser empregado em *design* de produtos novos quando se aplica o DFSS (*Design for Six Sigma*) (YANG; EL-HAIK, 2003) como também para focalizar os esforços do time em melhorar produtos e processos já existentes (SHINA, 2002). Portanto, a empresa também pode usar esta ferramenta para identificar potenciais projetos Seis Sigma relacionados ao melhoramento da satisfação do cliente.

Há livros inteiros que descrevem como construir e analisar uma matriz de QFD (COHEN, 1995). À primeira vista, o resultado gráfico do QFD, também chamado de casa da qualidade (*House of Quality*, HoQ, em inglês) por causa de sua forma, pode parecer confuso. No entanto, quando analisado corretamente, a HoQ é capaz de mostrar muita informação importante de uma forma muito bem estruturada. A figura abaixo será usada para descrever os princípios básicos e partes da HoQ, e, além disso, como se faz para interpretá-la.

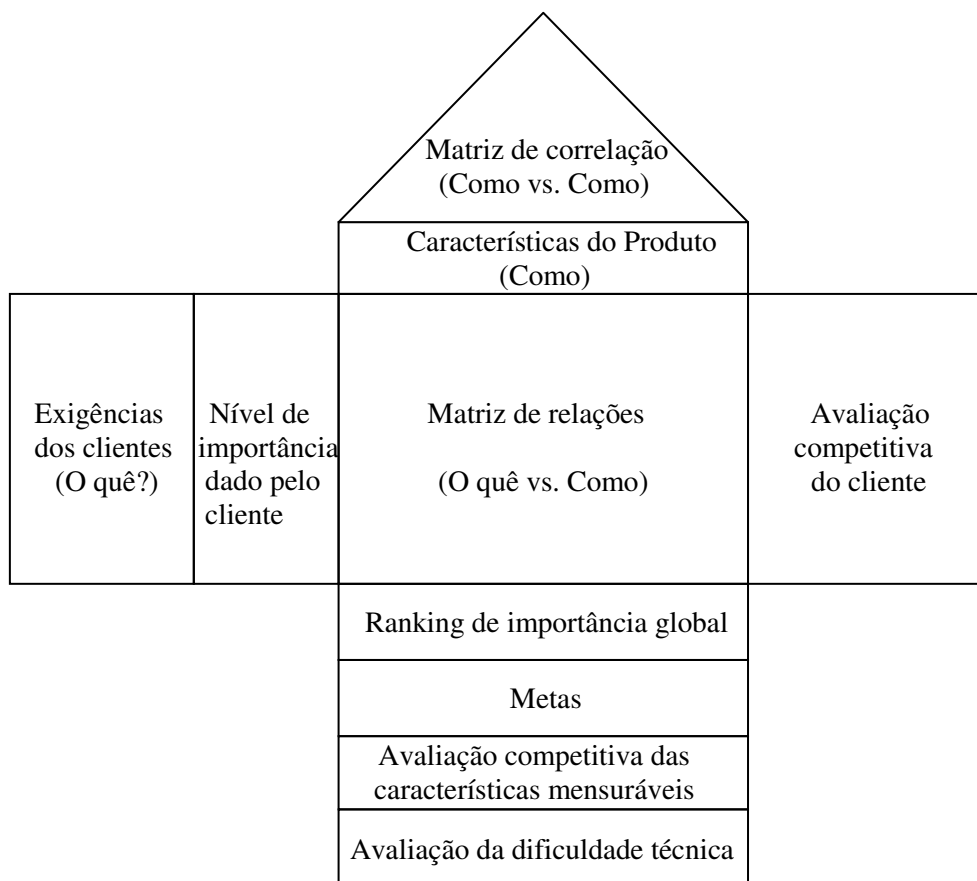


Figura 6-3: QFD - Casa da qualidade

Exigências de clientes – são os "O quês" que os clientes esperam de um produto ou serviço. Eles contêm os desejos e exigências que os clientes esperam do produto. Tais exigências podem ser obtidas, por exemplo, através de pesquisas e entrevistas.

Nível de importância dado pelo cliente – normalmente uma avaliação numérica de 1 a 5 que represente a importância relativa que o cliente dá para cada "O quê".

Características do produto – são as especificações técnicas ou os "Comos", normalmente quantificáveis ou mensuráveis que descrevem os meios de endereçar as exigências dos clientes. Estas características também são consideradas as características críticas para a satisfação (CTS) que medem as necessidades do cliente.

Matriz de relações – a matriz central corresponde aos "Comos" contra os "O quês". As células são preenchidas com valores numéricos, geralmente 1, 3 ou 9, dependendo da correlação existente entre as exigências do cliente e as CTS. "1" representa baixa correlação, "3" correlação média e "9" correlação alta. Também podem ser usados símbolos para facilitar a interpretação. Uma célula deixada em branco significa que não existe nenhuma correlação.

Matriz de correlação – o telhado da casa é usado para verificar a correlação existente entre as várias CTS. Correlações positivas identificam "Comos" que são relacionados entre si. Desta forma se evita desperdiçar esforços com características que satisfazem a mesma necessidade. Correlação negativa significa que ao melhorar uma característica, outra será prejudicada. Por exemplo, preço vs qualidade. Tais situações requererão certo *trade-off* entre as características.

Ranking de importância global – após completar a matriz de relações, se calcula o ranking de importância global, que evidencia qual CTS deve ser priorizada. Para se obter a contagem total de cada CTS, multiplica-se a relação existente entre a característica e as exigências do cliente pela importância dada pelo cliente, e depois se somam todos os valores da coluna.

Até aqui foi explicada a estrutura essencial do quadro de QFD. A seguir citaremos alguns componentes que também podem ser achados na HoQ.

Metas – é a quantidade mensurável de "Quanto" de cada característica "Como". A meta aqui é quantificar as necessidades e expectativas dos clientes. Tais medidas fornecem orientações técnicas específicas do que se quer alcançar. Além disso, serve para medir de forma mais objetiva o progresso obtido.

Avaliações competitivas – são usadas avaliações competitivas para comparar a posição da companhia contra outros competidores. Há dois tipos de avaliações competitivas:

- **Avaliação competitiva do cliente** – normalmente encontra-se à direita da matriz de relações. Uma comparação é feita pelo cliente entre o produto/serviço de uma companhia e produtos/serviços competitivos semelhantes no mercado. A comparação ajuda a companhia produtora a posicionar o produto no mercado da melhor forma possível como também fornece uma idéia do nível atual de satisfação do cliente.

- **Avaliação competitiva das características mensuráveis** – geralmente situado em baixa da matriz de relações. É usado para comparar o produto da companhia com competidores e avaliar se as exigências técnicas são melhores ou piores que os competidores

Para ambas estas avaliações uma nota de "1" a "5" pode ser usada para quantificar a vantagem da companhia em relação aos competidores, com "5" significando que a companhia é superior aos competidores.

Avaliação de dificuldade técnica – uma equipe técnica administra uma avaliação para estabelecer a viabilidade e dificuldade de cada "Como". Também são usadas notas de "1" a "5" para quantificar o nível de dificuldade técnica, com "5" representando grande dificuldade.

Para ilustrar o resultado final de uma análise QFD, segue um exemplo retirado do Yang e El-Haik. (2003). A figura abaixo não contém todas as análises citadas acima; pode-se, porém, ter uma boa idéia de como a HoQ deve parecer.

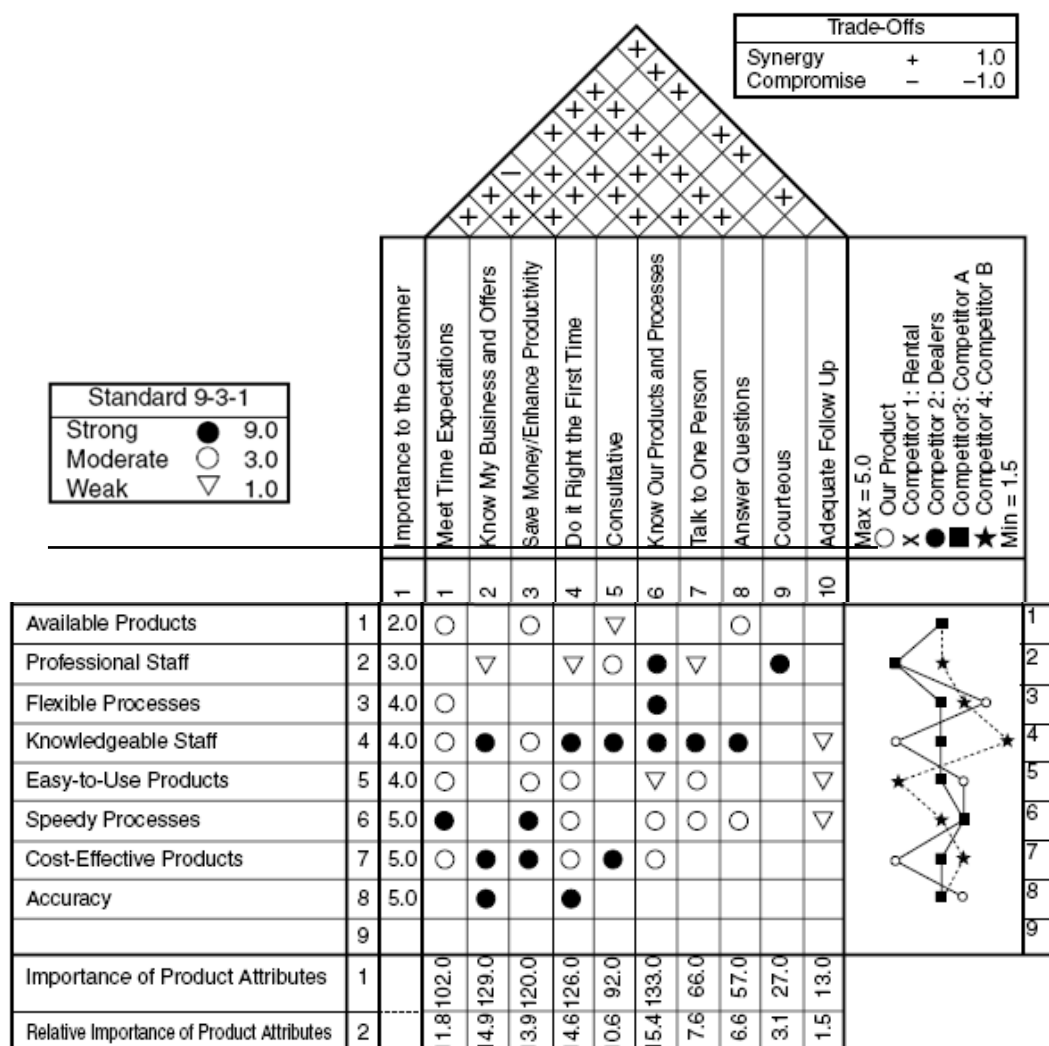


Figura 6-4: QFD- Casa da qualidade (YANG; EL-HAIK, 2003)

Para se analisar a HoQ, pode-se usar os seguintes procedimentos:

- **Colunas em branco ou com poucos valores** – significa que aquela CTS não captura nenhuma das exigências do cliente.
- **Linhas em branco ou com poucos valores** – significa que a necessidade/exigência do cliente não está sendo capturada fortemente por nenhuma das CTS.
- **Significância** – qual dos "Comos" tem o maior impacto global nas necessidades do cliente.
- **Avaliação competitiva** – evidencia oportunidade de incorporar características dos competidores que são consideradas boas pelos clientes

Conforme dito antes, o QFD é uma ferramenta muito poderosa que apresenta vários benefícios, porém apresenta também algumas desvantagens. Shahin (não datado), que fez uma pesquisa extensa sobre QFD, listas vários benefícios como também alguns problemas.

Por um lado: normalmente conduz a clientes verdadeiramente satisfeitos e encantados. Ajuda a reduzir significativamente o tempo e custo de desenvolvimento, problemas de *start up*, e outras despesas. Reúne uma grande quantidade de dados obtidos de forma verbal (VOC) e organiza isto de um modo lógico que facilita a leitura e compreensão, possibilitando assim o *design* de futuros produtos e serviços.

Por outro lado: QFD é um método qualitativo. Devido à ambigüidade na voz do cliente, muitas das respostas que os clientes dão são difíceis de categorizar em exigências/necessidades específicas. Pode ser difícil de determinar a conexão entre o que o cliente exige e as características técnicas. Além disso, o QFD nem sempre é fácil de implementar. Muitas companhias já enfrentaram problemas usando QFD, particularmente em sistemas muito grandes e complexos.

vii) Análise de Kano

Kano divide os quesitos da qualidade em diversos níveis: qualidades obrigatórias, qualidades lineares, e qualidades “encantadoras”.

O nível obrigatório de qualidade representa as qualidades que os clientes nem chegam a mencionar, e já assumem como pressuposto que produto ou serviço já as disponibilize. Caso o produto não apresente estas características o cliente ficará insatisfeito. Porém, caso tal

característica seja muito melhorada isto não terá grande impacto no cliente. Um exemplo poderia ser o teclado de um laptop.

As qualidades lineares são as expectativas que os clientes consideram explicitamente. Neste caso, o cliente ficará insatisfeito caso as expectativas não sejam atingidas, mas conforme se melhora esta qualidade, a satisfação do cliente também aumenta. Um exemplo poderia ser a velocidade do processador de um computador.

Por último, a qualidade “encantadora” representa as características que o cliente não esperava. Logo, o cliente acaba recebendo mais do que ele esperava. Um exemplo pode ser um *design* inovador do computador.

A pressão competitiva vai sempre aumentar as expectativas dos clientes. Ou seja, as qualidades “encantadoras” de hoje, podem se tornar as qualidades básicas de amanhã. Portanto, as companhias que desejam manter a liderança do mercado devem inovar sempre. (PYZDEK, 2003)

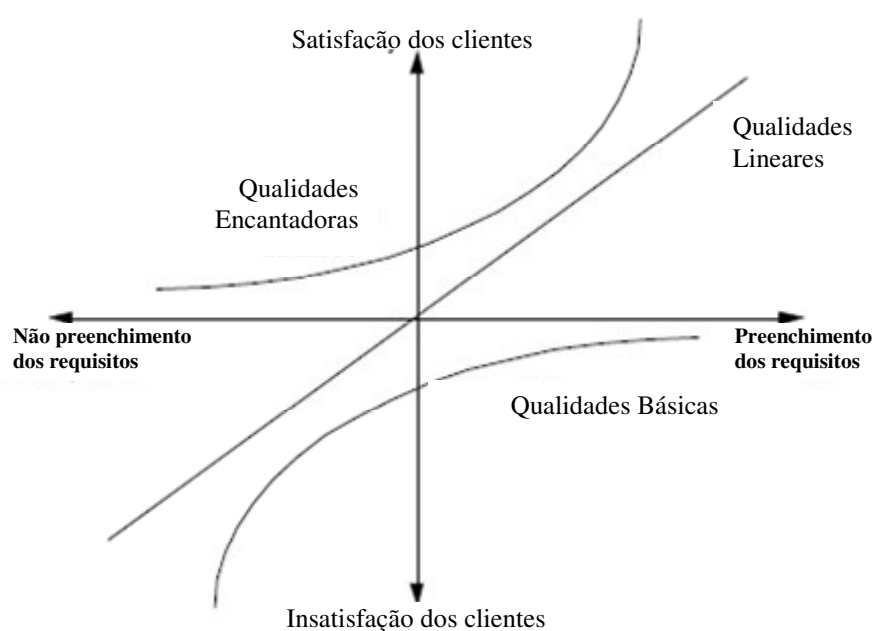


Figura 6-5: Análise de Kano

viii) Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa (nome dado em homenagem ao seu inventor Kaoru Ishikawa), também conhecido como diagrama de espinha de peixe, por causa de sua forma, ou como diagrama causa-e-efeito, é uma ferramenta eficaz na identificação da causa raiz de um problema. A idéia do diagrama é semelhante ao método de *brainstorming* citado

anteriormente, no sentido que ambos são usados para grupos gerarem novas idéias. O diagrama de Ishikawa, porém, fornece um modo mais estruturado de pensar (BASU; WRIGHT, 2003; PARK, 2003). Neste caso os participantes listam as possíveis fontes (causas) que levam a certo resultado (efeito). Uma vez que as causas são identificadas, a companhia pode propor potenciais projetos Seis Sigma para enfrentar estes problemas.

O principal ramo da espinha do peixe representa o efeito, o qual geralmente está rotulado ao lado direito do diagrama, como se fosse a cabeça do peixe, enquanto as outras linhas representam as possíveis causas.

Embora categorias diferentes também possam surgir, normalmente podem-se agrupar as causas nas seguintes categorias:

- Dinheiro
- Método
- Máquinas (equipamento)
- Material
- Marketing
- Medições
- Pessoas
- Ambiente

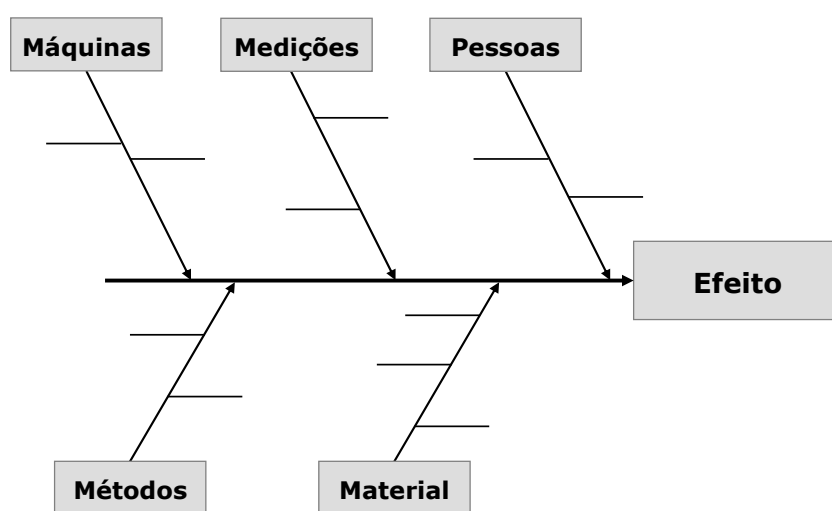


Figura 6-6: Diagrama de Ishikawa

ix) Fluxograma

A elaboração do fluxograma é um método estruturado para se mapear um processo, desde a entrada de uma série de *inputs* bem definidos até a saída de uma série de *outputs* pré-definidos. Tal fluxograma deve mostrar todas as etapas de transformação, pontos de decisão, de demora, de movimentação, de troca de mãos, *loops* de retrabalho, e controles ou inspeções. Quebrando o processo em passos, o fluxograma simplifica a análise do processo. Outro propósito do fluxograma pode ser servir como a base para um *brainstorming* para resolver ou diagnosticar os problemas de um processo manufatureiro ou de serviço. (SHINA, 2002; BRUE, 2002, THOMSETT, 2005)

De acordo com Larson (2003), há dois tipos básicos de fluxograma: linear e interdepartamental. Ambos têm os mesmos princípios, a diferença é que o segundo também analisa o fluxo de processo entre departamentos e o primeiro normalmente é usado para traçar um processo dentro de um único departamento. Em qualquer um destes, a pessoa deve identificar primeiro um estado atual e então definir um estado de como deveria ser. Esta é uma atividade fundamental na qual muitos potenciais projetos Seis Sigma podem surgir.

Quando se constrói um fluxograma, diferentes símbolos são usados para representar atividades específicas. Por exemplo, pode-se um retângulo para representar um passo de um processo ou um trapézio para representar um ponto de decisão. Estes símbolos, porém, podem variar, dependendo de quem está projetando o fluxograma. O fluxograma departamental também tem "linhas" horizontais que representam departamentos diferentes para melhor visualizar a transferência de processo de uma área de responsabilidade para outra.

Fluxogramas também podem incluir outros dados como uma linha de tempo do processo e documentação que são originados nas diferentes fases do processo. Em seguida é exibido um exemplo simples de um fluxograma interdepartamental de um processo de inscrição de um estudante.

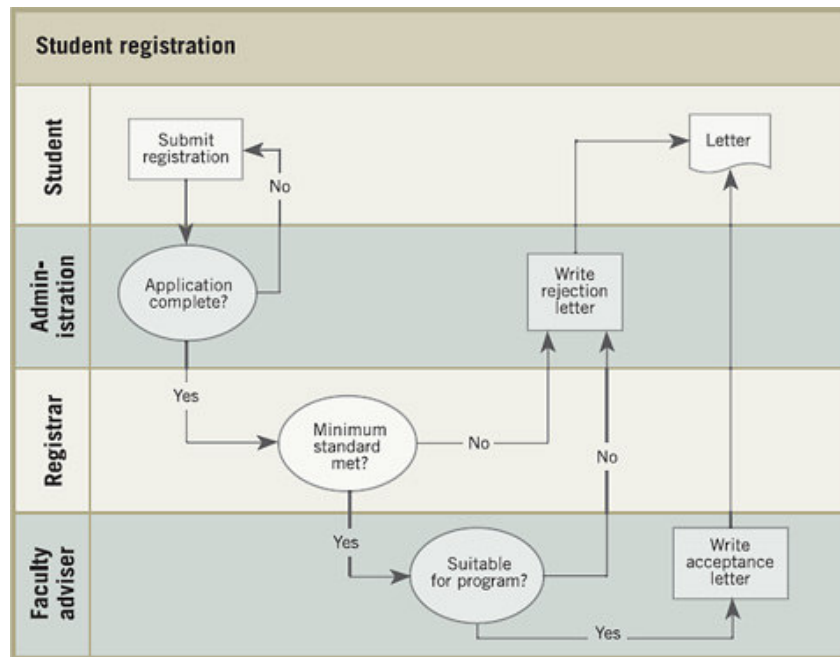


Figura 6-7: Fluxograma interdepartamental

6.3 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. Esta próxima seção é dividida em três partes principais. A primeira consiste em uma breve descrição dos principais critérios usados para avaliar e classificar os projetos, dependendo dos objetivos da companhia. Uma vez definidos os critérios de seleção, explica-se com um pouco mais de detalhe as ferramentas usadas para priorizar e selecionar projetos. A terceira e última parte comenta importância da equipe de seleção e das pessoas responsáveis pela decisão de qual projeto executar.

6.3.1 Critérios

Uma vez identificados os projetos potenciais, é preciso ordená-los de acordo com alguma lógica. É neste momento que entra a importância dos critérios a serem usados. São estes critérios que orientam as decisões de quais projetos devem ser executados. De acordo com Brue (2002), a função dos critérios é alinhar os projetos a serem escolhidos com os objetivos da empresa.

Algumas empresas têm como objetivo principal obter redução de custos de algum processo, enquanto outras podem almejar aumentar a satisfação do cliente. Logo, percebe-se que cada empresa tem seus objetivos particulares.

De acordo com uma pesquisa realizada por Banuelas et al. (2006), os principais critérios podem ser resumidos de acordo com a seguinte lista:

- Impacto no cliente
- Impacto financeiro
- Empenho da alta administração
- Mensurável e factível
- Aprendizagem e crescimento
- Ligado à estratégia empresarial e à competência principal

Para chegar a esta lista resumida com os principais critérios, Banuelas fez uma extensa revisão bibliográfica a qual é reproduzida abaixo

Crítérios Críticos	Harry and Schroeder (2000)	Pande <i>et al.</i> (2000)	Snee (2001)	Goldstein (2001)	Breyfogle <i>et al.</i> (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

Tabela 6-3: Resumo da análise bibliográfica - Critérios de seleção (BANUELAS et al., 2006)

No entanto, ao analisar a literatura e discutir com o Professor Alessandro Brun – orientador do trabalho feito no *Politecnico di Milano* e consultor sobre Seis Sigma - chegou-se a conclusão de que seria interessante acrescentar alguns critérios a esta lista. Os outros três critérios que foram adicionados foram: a motivação dos funcionários, o tempo de retorno do projeto e a duração do projeto.

O primeiro foi considerado relevante, pois faz parte de um dos princípios de sucesso para a aplicação do Seis Sigma. Está relacionado ao item que trata sobre a colaboração dos funcionários e que diz que eles devem ser motivados a trabalharem juntos, ao invés de se considerarem concorrentes. Além disso, ao escolher projetos que motivem os trabalhadores, é mais provável que o Seis Sigma seja adotado com sucesso pela empresa.

O segundo busca analisar se as empresas estão preocupadas em obter um retorno em um curto espaço de tempo. Isso serve para analisar se as empresas estão mais preocupadas em obter um retorno rápido, ou se preferem projetos que tenham um tempo de retorno mais longo, porém com um impacto mais significativo. De acordo com Smith; Blakeslee e Koonce (2002), geralmente as empresas que estão nos primeiros anos de implementação dão um peso maior a este critério, pois querem mostrar aos funcionários que o Seis Sigma está dando resultados, e, conseqüentemente, isto aumenta a motivação na empresa.

Por último, o terceiro critério serve para analisar quanto que as empresas estão preocupadas em terminar o projeto rapidamente. Não se deve confundir o tempo de retorno com a duração do projeto. A duração do projeto é quanto tempo demora terminar a execução do projeto, enquanto que o tempo de retorno é geralmente mais longo do que a duração do projeto e representa o tempo até que os projetos apresentem resultados.

6.3.2 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 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) e em uma análise bibliográfica complementar:

	Larson (2003)	Ehie e Sheu (2004)	Eckes (2003)	Shina (2002)	Pzydek (2003)	Park (2003)	Setijono e Dahlgaard (não datado)
Análise de Pareto	X			X	X	X	
Análise de custo-benefício						X	X
Matriz de causa e efeito					X	X	
Consenso de grupo e técnicas de votação	X		X	X			
Índice de prioridade de Pareto					X		x
Modelos não numéricos	X		X		X		
Teoria das restrições		X			X		X
<i>Analytical Hierarchy Process</i>					X		X

Tabela 6-4: Resumo da análise bibliográfica - Ferramentas de seleção

i) Análise de Pareto

A análise de Pareto é uma ferramenta que serve para priorizar os poucos significantes dos os muitos insignificantes. É uma ferramenta muito flexível devido ao fato de poder ser usada para priorizar e classificar diversos tipos diferentes de dados. Por exemplo, pode ser usada para analisar a frequência de um determinado evento, como o número de defeitos em um produto, como também pode ser usada para analisar o possível impacto gerado nas vendas por um produto/serviço. (BRUE, 2002; PARK, 2003; LARSON, 2003)

Conforme foi declarado na seção anterior, cada companhia provavelmente usará critérios de seleção diferentes, logo esta ferramenta ajudará a companhia a descartar os projetos que têm o menor impacto nos critérios selecionados. De acordo com Gupta (2004), as pessoas tendem a trabalhar primeiro em oportunidades que são mais fáceis de atacar, ao invés de confrontar as questões mais importantes. O propósito de usar a análise de Pareto é justamente estimular o trabalho em oportunidades importantes, ao invés de fazer apenas o mais fácil.

Graficamente, um diagrama de Pareto é uma combinação de um gráfico de barra com um gráfico de linha. Quando usado para priorização de projetos, as barras indicarão o impacto de cada projeto nos critérios especificados e a linha indicará o impacto acumulado dos projetos no critério. Um exemplo do diagrama de Pareto pode ser visto próximo gráfico.

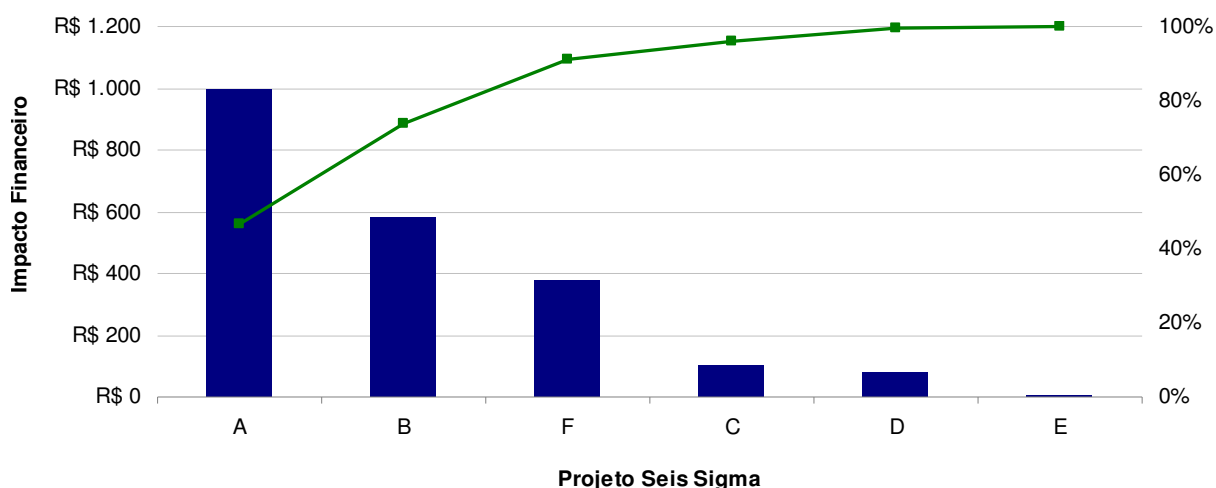


Figura 6-8: Gráfico de Pareto

ii) Análise de custo-benefício (ACB)

Análise de custo-benefício baseia-se em avaliar um projeto simultaneamente pelo seu retorno e seus custos. Ao unir ambas as pontas (benefícios e custos), a ACB permite uma avaliação mais completa do projeto, ao contrario da maioria das outras ferramentas, que focam e priorizam um projeto pela sua capacidade de geração de resultados apenas.

Um projeto que gere milhões de reais, mas que custe bilhões certamente é menos desejável do que um que gere milhares e que custe algumas poucas dezenas de reais. Este é um exemplo obvio, mas é esse tipo de análise que muitas vezes falta em um processo de seleção de projetos.

A ACB coloca em uma mesma base temporal (através de descontos a taxas determinadas) tanto os retornos quanto os custos, de forma a propiciar uma avaliação mais correta, que leve em conta o valor do dinheiro no tempo.

A ACB também pode levar em consideração outros dados mais qualitativos, como impacto negativo na reputação da empresa, por exemplo. No entanto, quando se pretende considerar custos e benefícios mais qualitativos, a análise torna-se mais difícil, ou no mínimo, mais imprecisa.

A dificuldade de imprecisão (e mesmo inexatidão) também aparece na ACB mesmo quando se analisam apenas valores monetários, pois tais análises são feitas baseando-se em projeções de fluxos de caixa futuro, as quais estão sujeitas a variações.

iii) Matriz de causa-e-efeito

Uma matriz de causa e efeito pode ser usada com diferentes objetivos. Uma das maneiras é ligar as diversas etapas de um processo (causas) às necessidades dos clientes (efeitos). O outro objetivo para o qual esta matriz pode ser aplicada é justamente para priorizar qual projeto teria maior impacto em um processo.

No lado esquerdo da matriz são elencados todos os projetos potenciais, enquanto que no topo da matriz são elencadas as características críticas para a qualidade (CTQ) de acordo com as exigências dos clientes. Em seguida, dá-se um peso a cada uma das características críticas para a qualidade de acordo com as expectativas dos clientes. O próximo passo é dar uma nota para cada projeto de acordo com o impacto que ele teria em cada CTQ.

Por ultimo, multiplicam-se os pesos dados a cada CTQ pelas notas de cada projeto e somam-se os resultados tanto na vertical quanto na horizontal, para ver qual foi a CTQ mais impactada, e também qual foi o projeto com maior pontuação. (TAQUE, 2005).

Um exemplo pode ser visto na figura a seguir.

		CTQ				
		Velocidade	Acabamento	Durabilidade	Design	Total
Projeto	Peso	8	6	8	5	
A		1	5	4	3	85
B		1	4	2	2	58
C		8	7	7	1	167
D		9	3	3	7	149
Total		152	114	128	65	

Figure 6-1: Matriz de causa e efeito

É interessante notar que ao invés de usar as CTQ, se poderiam usar também os critérios definidos pela empresa. Outra possibilidade seria colocar as causas que impactam nas CTQ, ao invés dos projetos, de forma a evidenciar o grau de relação entre as causas e os efeitos. Consequentemente poderiam ser escolhidos os projetos com maior impacto nestas causas.

iv) Consenso de grupo e técnicas de votação

Outro modo de priorizar projetos Seis Sigma é pelo uso de discussões em grupo até que um consenso seja alcançado ou através do uso de técnicas de votação. Os dois modos de decidir serão explicados brevemente, começando com o consenso de grupo.

Em primeiro lugar, há muitas concepções errôneas sobre consenso. Alguns acreditam erradamente que consenso é um acordo total entre o grupo, outros acreditam que é um tipo de votação. Na verdade, nenhum dos dois é correto. Consenso é um método decisório no qual todos os envolvidos contribuem à decisão a ser feita, e, já que todos participaram do processo decisório, ninguém irá sabotar a sua execução.

A primeira e óbvia vantagem de se utilizar consenso é participação de todo o time, e o aumento do comprometimento do grupo. Porém, como um acordo através de consenso não é feito até que todos cheguem a um consenso; este processo acaba levando muito mais tempo do que outros métodos. Além de levar muito mais tempo, a decisão final pode não ser tão inovadora quanto uma decisão alcançada através de outro método, já que algumas concessões foram feitas para que todos concordassem com a escolha feita. Porém, mesmo que exista uma solução melhor, se ela não tiver o respaldo de todos do grupo ela deixa de ser tão boa (ECKES, 2003).

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)

Embora muitos autores citem o uso de multi-votação (*multi-voting*) como uma boa técnica de votação, o procedimento de como aplicar esta técnica varia bastante. Em um dos procedimentos encontrados, os participantes têm um número de votos igual ao número de projetos dividido por três, os quais eles podem distribuir como de acordo com as suas preferências. Em outro método, os participantes podem votar em um número fixo de projetos, classificando-os de acordo com a preferência deles, sendo que a primeira opção recebe um peso maior. E, em ainda outro procedimento, na primeira rodada os participantes podem distribuir os votos, sem qualquer peso, em quantos projetos quiserem. E na segunda rodada só podem votar em metade dos projetos disponíveis. Tal procedimento se repete até que se alcance uma lista pequena com os projetos mais significantes.

As vantagens e desvantagens de cada modo específico de executar a votação são difíceis determinar e não foi encontrada nenhuma referência na literatura relativa a este

tópico. De qualquer maneira, o objetivo global é priorizar os projetos Seis Sigma mais significantes aos olhos do time.

v) Índice de Prioridade de Pareto (IPP)

O Índice de Prioridade de Pareto é uma adaptação da idéia tradicional de Pareto. Neste caso, ao invés de apenas considerar o impacto de um projeto em relação a um único critério, calcula-se um índice que leva em consideração as economias atingidas, a probabilidade de se atingir tal economia, o custo do projeto e quanto tempo demoraria para concluir este projeto. O peso do índice é diretamente proporcional aos dois primeiros critérios, e inversamente proporcional aos dois últimos critérios, como pode ser visto na formula a seguir (PYZDEK, 2003):

$$IPP = \frac{Economia \times Probabilidade \text{ de sucesso}}{Custo \times Tempo \text{ até o término (anos)}}$$

Obviamente, quanto mais alto for o índice, maior será o incentivo para se realizar o projeto. A vantagem deste índice em relação ao tradicional gráfico de Pareto, é que, como foi dito anteriormente, este leva em consideração mais parâmetros ao mesmo tempo.

No entanto, não necessariamente levar mais parâmetros em consideração significa um resultado mais preciso, pois muitos dos parâmetros usados devem ser estimados. Por exemplo, é impossível saber exatamente quanto que um projeto vai gerar de economia, o custo também pode sofrer variações dependendo de eventos imprevistos, e o tempo para se realizar a obra também pode sofrer alterações.

vi) Teoria das restrições (*Theory of Constraints* – TOC)

A teoria das restrições, em inglês *theory of constraints* (TOC), é uma filosofia de administração baseada na aplicação de princípios científicos e de raciocínio lógico para guiar as organizações. Foi desenvolvida por Eliyahu M. Goldratt no meio dos anos 80, e é voltada para ajudar as organizações a alcançarem continuamente as suas metas.

De acordo com o 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 de obter um melhor desempenho". Tais restrições podem ser físicas (por exemplo. materiais, máquinas, pessoas, etc.) ou administrativas.

Ao contrário de pensamento convencional, o TOC enxerga a restrição como algo positivo, ao invés de como algo negativo. 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; MABIN; DAVIES, 2008)

Embora o TOC não seja uma ferramenta do Seis Sigma, é possível encontrar na literatura motivação para combinar estas duas metodologias de um modo sinérgico. Mais precisamente, usá-la na fase de seleção de projetos de Seis Sigma.

De acordo com Ehie e Sheu (2004):

"Os resultados de um estudo de caso indicam que a companhia beneficiou-se tremendamente com a sua ênfase em melhoria global através do uso do TOC. (...) Por outro lado, o Seis Sigma forneceu várias ferramentas estatísticas e técnicas de engenharia para definir os processos específicos a serem melhorados, analisando as causas raiz e projetando ações de melhoria."

vii) Modelos não-numéricos

Apesar de ser citada no artigo de Banuelas et al. (2006), não foi possível achar em outras referencias na literatura uma descrição mais detalhada desta ferramenta. Neste trabalho, se supôs que aqui se encaixam as outras ferramentas que não são baseadas em algoritmos numéricos ou quantitativos.

viii) Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP é uma técnica estruturada projetada para lidar com decisões complexas. Faz comparações dois a dois de todos os critérios usados para tomar a decisão, atribuindo-lhes valores numéricos de acordo com a importância de cada um. Os critérios que são analisados podem ser de qualquer natureza – tangíveis ou intangíveis, quantitativos ou qualitativos – conferindo ao AHP a vantagem de não só usar dados quantitativos, mas também de usar o julgamento humano nas avaliações. (PYZDEK, 2003)

De acordo com Rosenbloom (1996), existem cinco passos principais para aplicar o AHP:

- i) Criar uma hierarquia de decisão quebrando o problema em uma hierarquia de elementos de decisão.
- ii) Ranquear a importância dos critérios de acordo com os tomadores de decisão através de uma comparação dois a dois dos elementos de decisão.
- iii) Calcular os pesos relativos dos elementos de decisão.
- iv) Determinar se os dados fornecidos satisfazem um índice de consistência. Caso não satisfaçam, voltar para o passo 2 e refazer as comparações dois a dois.
- v) Agregar os pesos relativos para se obter a contagem e conseqüentemente as posições das diversas alternativas de decisão.

Neste caso, o primeiro passo seria organizar o processo de decisão em uma hierarquia semelhante à figura abaixo na qual o objetivo principal é selecionar um projeto Seis Sigma a ser implementado.

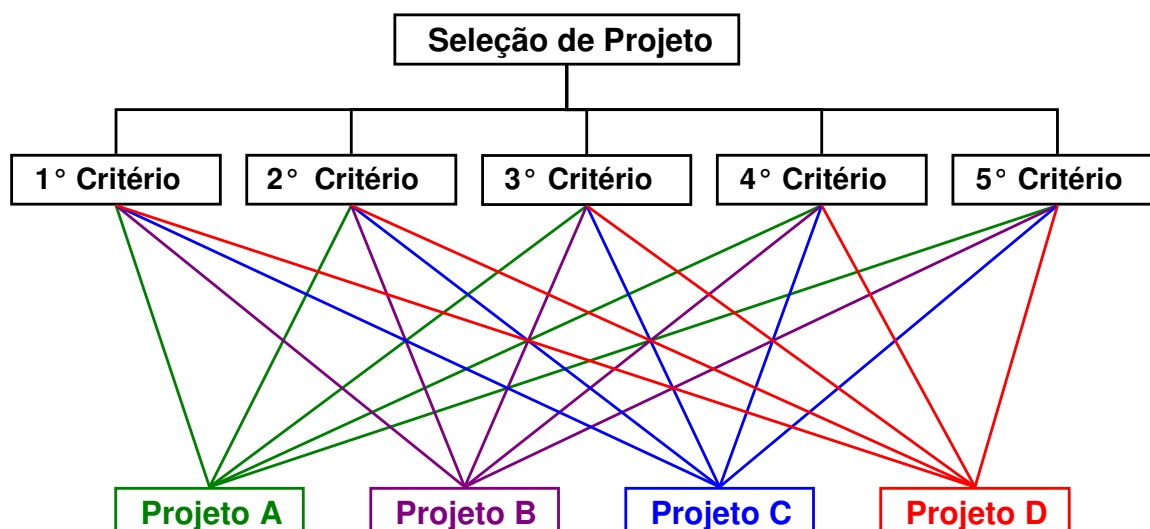


Figura 6-9: Estrutura do AHP

O segundo e terceiro passos são definir quais são os critérios mais importantes de acordo com os tomadores de decisão. Um peso numérico ou prioridade é definido para cada um dos critérios, permitindo que elementos diversos e frequentemente não mensuráveis entre si possam ser comparados uns aos outros de um modo racional e consistente. Uma matriz simples pode ser usada para este propósito, como pode ser vista no exemplo abaixo. Note que todo $C_{ji} = 1/C_{ij}$.

Critério	A	B	C	D	E	Total	Peso
A	0.00	4.00	1.00	3.00	1.00	9.00	0.26
B	0.25	0.00	0.20	0.33	0.25	1.03	0.03
C	1.00	5.00	0.00	3.00	3.00	12.00	0.35
D	0.33	3.00	0.33	0.00	0.33	4.00	0.12
E	1.00	4.00	0.33	3.00	0.00	8.33	0.24
Total absoluto:						34.37	

Tabela 6-5: Exemplo de AHP, matriz de ponderação dos critérios

O quarto passo é analisar se as comparações são consistentes. Por exemplo, se alguém considerasse A muito mais importantes que B, e B ligeiramente mais importante que C, e ao mesmo tempo avaliou C ligeiramente mais importante que A, cria-se uma série de circunstâncias que não fazem sentido como um todo. Há testes que podem ser feitos para avaliar este tipo de problema.

O último passo é confrontar cada projeto com cada critério e calcular o peso global de cada um deles.

Critério	Projeto			
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D
A (0.26)	4	2	3	4
B (0.03)	5	3	2	4
C (0.35)	1	3	2	2
D (0.12)	4	5	3	4
E (0.24)	2	3	1	3
Peso total	2.50	2.97	2.14	3.06

Tabela 6-6: Exemplo de AHP, priorização dos projetos

Às vezes emergirá um vencedor aparente entre alternativas usando AHP. Porém, em alguns casos pode ser que exista apenas uma pequena diferença entre as pontuações finais de cada projeto, sendo impossível afirmar qual das alternativas é significativamente melhor do

que as outras. As posições finais podem ser usadas, então, somente como um guia na seleção de uma alternativa particular. (SCOTT, 2002)

6.3.3 Equipe de seleção de projetos

A equipe que faz a seleção dos projetos tem uma grande responsabilidade. Já que os projetos devem estar alinhados aos objetivos da empresa, os quais são definidos através dos critérios, é essencial que pessoas da alta administração participem da seleção dos projetos. Isto foi enfatizado em uma entrevista com um Campeão de uma grande empresa americana e é enfatizado em diversos livros. (BRUE, 2002; PYZDEK 2003; SMITH; BLAKESLEE; KOONCE, 2002)

Apesar dos Patrocinadores e Campeões (geralmente funções atribuídas a cargos mais altos) terem uma maior responsabilidade/poder no processo de decisão é importante também que outros níveis hierárquicos também participem do processo. Dessa forma eles se sentem mais motivados para executar os projetos, já que eles contribuíram ao processo decisório.

Além dos Patrocinadores e Campeões, é preciso que os *Black Belts* também participem do processo, pois são eles que detém um maior conhecimento técnico das ferramentas do Seis Sigma. Logo, eles são capazes de implementar as técnicas descritas no capítulo anterior com maior facilidade. Além disso, eles podem contribuir com outras análises necessárias para a tomada de decisão.

Caso só os BB tomem a decisão de qual projeto executar, pode ser que eles não tenham o apoio necessário dos gerentes e funcionários de cargos mais altos. Se os gerentes acharem que os projetos não estão alinhados à estratégia da empresa, eles podem decidir não fornecer os recursos necessários para a execução do projeto, como foi citado em um estudo de McAdam e Lafferty (2004).

6.4 **Principais indicadores de desempenho**

Para que uma companhia possa avaliar se um projeto foi bem sucedido ou não é preciso medir os resultados obtidos. Os resultados não são apenas financeiros, podem ser também em relação à produtividade de uma linha de produção, satisfação do cliente, aprendizagem do empregado, entre outros. Em inglês, o nome dado para estes indicadores é *key performance indicators* (KPI).

Para cada resultado que a empresa deseje saber o impacto, ela precisa desenvolver um indicador, ou seja, uma *proxy* que represente aquele resultado. Por exemplo, se o objetivo é analisar quanto mais eficiente ficou uma linha de produção pode-se medir o tempo de ciclo, o nível sigma, a quantidade de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) entre outros.

Dependendo do setor ao qual a empresa pertence é muito provável que ela use KPIs diferentes. Alguns indicadores que fazem sentido serem usados em uma indústria podem não ter utilidade em uma empresa prestadora de serviços, e vice-versa.

Alguns dos principais indicadores de desempenho estão listados a seguir:

- Economia líquida
- Tempo de ciclo
- *Scrap rate*
- DPMO
- Nível de estoque
- Índice de capabilidade
- Satisfação do cliente
- RTY
- Nível sigma
- FTY
- Aprendizagem do funcionário

7. BENCHMARK: EUA X ITÁLIA

Nesta seção apresentar-se-á uma avaliação das respostas providas pelas companhias participantes. O primeiro subcapítulo trata sobre a escolha das empresas americanas como as melhores em classe, enquanto que o segundo subcapítulo analisa os principais *gaps* entre os grupos de empresas.

De todos os emails enviados, se obteve um total de 11 respostas, alcançando uma taxa de resposta de 17%, duas vezes mais alto que os 8,5% alcançados por Banuelas et al. (2006), que havia feito uma pesquisa semelhante no Reino Unido.

Entre estas onze companhias, seis são organizações italianas (ou pelo menos a unidade italiana de uma organização) e o resto são companhias americanas com presença internacional.

No grupo italiano, a menor companhia tem vendas anuais de cerca de € 110 milhões, enquanto que a maior apresenta vendas anuais de aproximadamente € 560 milhões. O número de empregados varia de 140 a 4.300. No grupo americano as vendas anuais vão de US\$ 3,5 bilhões até US\$ 24,5 bilhões, enquanto que o número de funcionários varia de 7.000 a 21.000.

Considerando as reduções de gastos obtidas pelos dois grupos graças à metodologia Seis Sigma, o grupo americano atinge uma poupança anual média sobre vendas igual a 9.19% em média, enquanto este valor para o grupo italiano é apenas 0.15%.

Além disso, duas das companhias italianas pertencem ao setor de serviços, enquanto o resto pertence ao setor industrial. No grupo das americanas, por sua vez, todas as empresas são do setor industrial.

Devido a um acordo de confidência com as companhias este trabalho se priva de citar os nomes das empresas.

7.1 Identificação do melhor em classe (*Best in class*)

Esta seção busca evidenciar porque as empresa americanas foram escolhidas como as melhores e como o modelo a ser seguido. As seguintes análises servem para justificar esta escolha: tempo desde a adoção do Seis Sigma, número de projetos realizados, quantidade de funcionários treinados.

7.1.1 Tempo desde a adoção de Seis Sigma

O número de anos de implementação de Seis Sigma que uma companhia tem é certamente um fator pertinente nesta análise. É um dos indicadores de quanta experiência uma companhia já adquiriu na aplicação de Seis Sigma.

Tendo em mente esta relevância da maturidade do Seis Sigma em um empreendimento, começa-se dando uma representação adequada da distribuição dos anos desde a implementação na figura seguinte.

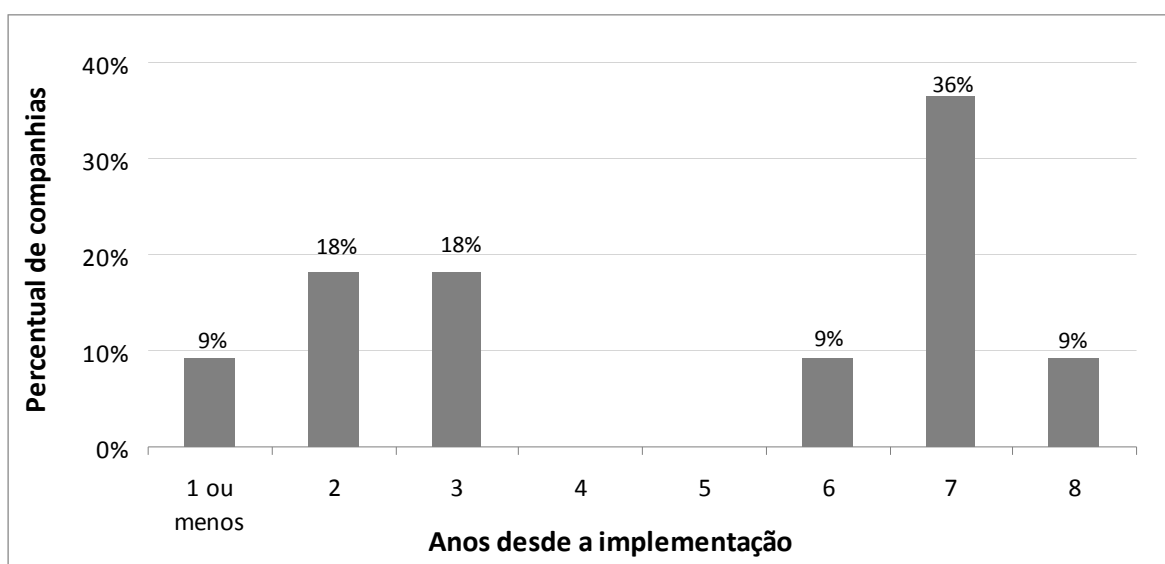


Figura 7-1: Anos desde a implementação do Seis Sigma, geral

A primeira coisa que se nota é que a amostra é dividida em dois grupos distintos; as empresas com três anos ou menos de implementação (maturidade médio-baixa e baixa) e as com seis ou mais de implementação (já amadurecidas).

Ao separar os dados de acordo com a nacionalidade das empresas, percebe-se a causa desta segmentação.

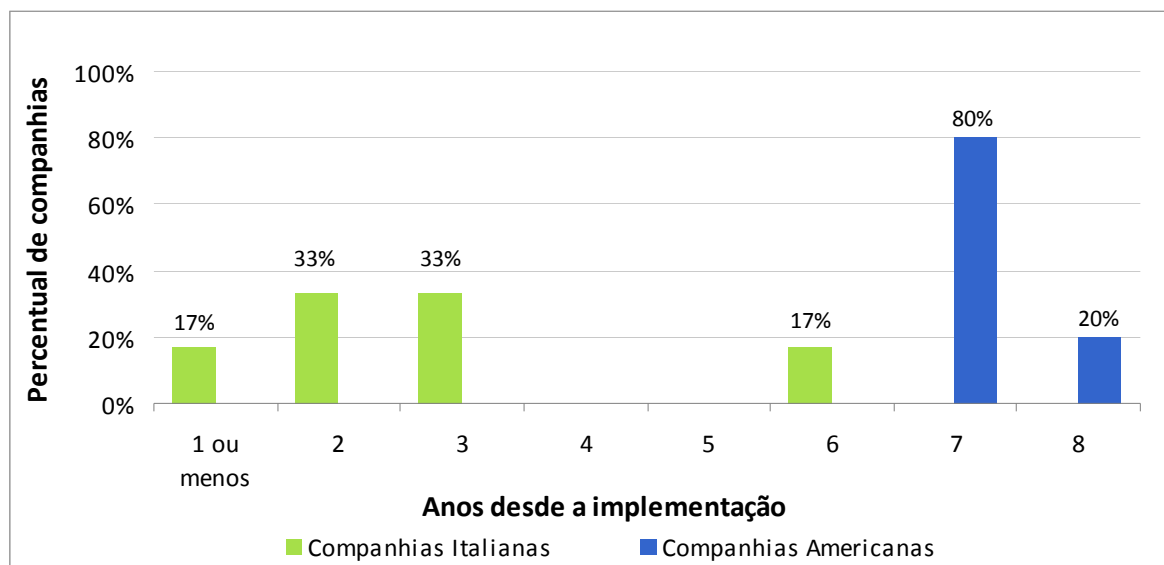


Figura 7-2: Anos desde a implementação, comparativo

Claramente, as companhias americanas têm muito mais anos de experiência na aplicação de Seis Sigma, ou seja, apresentam um nível de amadurecimento muito elevado. As italianas, por sua vez, ainda estão (na sua grande maioria) nos primeiros anos de implementação.

Resumindo os resultados principais:

- As empresas italianas são muito menos experientes na prática do Seis Sigma. A maioria delas tem até no máximo três anos de experiência, com apenas uma aplicando o Seis Sigma há seis anos.
- No caso das americanas, todas são muito maduras, havendo no mínimo sete anos de experiência.

7.1.2 Número de projetos implementados pela companhia

Visto que o tempo de implementação varia consideravelmente entre as companhias, é bastante óbvio esperar que o número de projetos também varie. O próximo gráfico mostra a quantidade de projetos realizados pelas companhias da amostra.

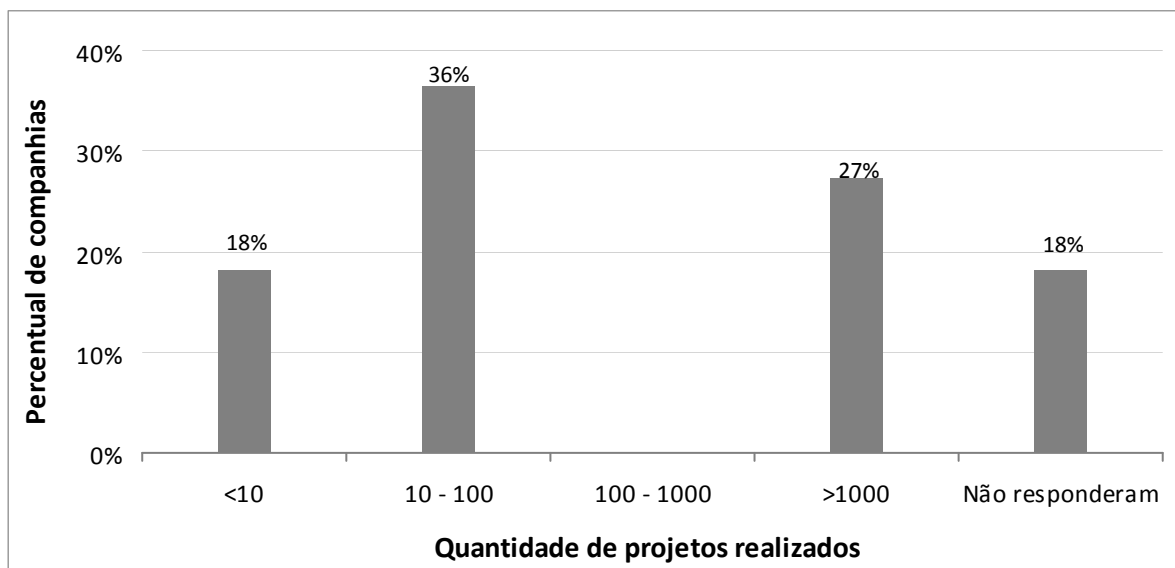


Figura 7-3: Quantidade de projetos realizados, geral

Analisando o gráfico acima, verifica-se que 18% das companhias executaram menos de 10 projetos, 36% realizaram entre 10 e 100 projetos, nenhuma das companhias implementou entre 100 e 1.000 projetos e 27% dos respondentes levaram a cabo mais de 1.000 projetos. Infelizmente, duas das companhias americanas não responderam à pergunta alegando preocupações de confidencialidade.

O próximo gráfico mostra os dados dos dois grupos separadamente.

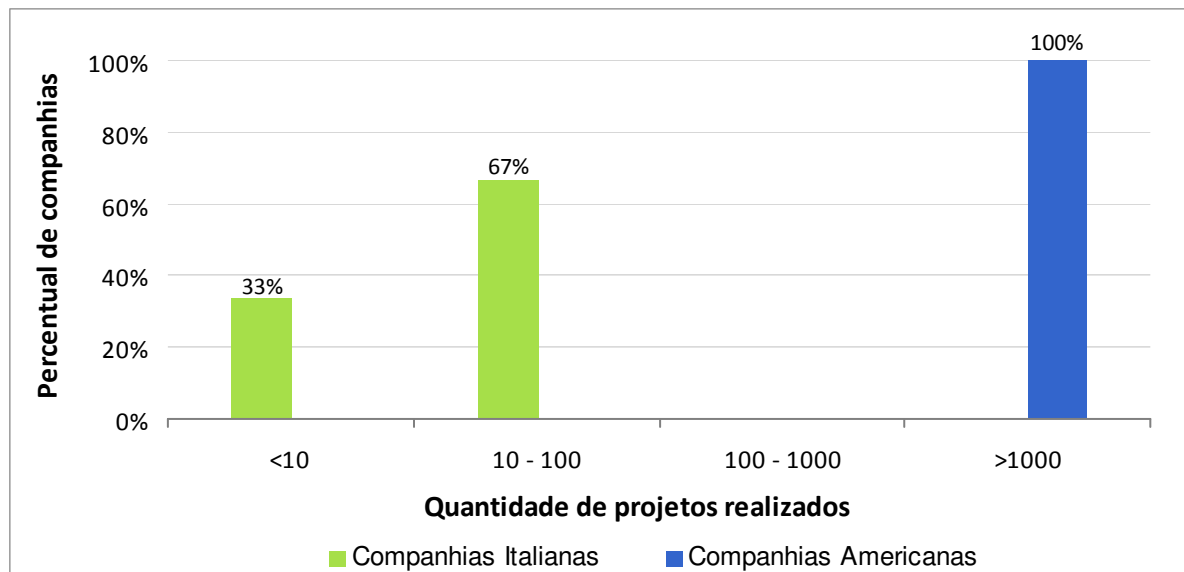


Figura 7-4: Quantidade de projetos realizados, comparativo

Ao analisar os dados separadamente, a diferença entre os dois grupos fica ainda mais impressionante visto que os americanos representam 100% das companhias que realizaram mais de 1.000 projetos. Na realidade, a companhia que executou o número maior de projetos completou uma quantidade notável de aproximadamente 21.000 projetos! Entre as companhias italianas, por outro lado, nenhuma das companhias realizou mais do que 50 projetos. Então, semelhantemente para o número de anos desde a implementação, este gráfico reforça a grande diferença que existe entre os dois grupos da amostra.

Resumindo os pontos principais:

- Comprova-se novamente que as empresas americanas são muito mais experientes com relação a seleção de projetos. Todas elas já realizaram mais de mil projetos.
- As italianas, por outro lado, ainda estão na fase de aprendizagem. Entre elas, a companhia mais experiente executou apenas 50 projetos.

7.1.3 Número de praticantes de Seis Sigma

Outro parâmetro pertinente é o número de profissionais dentro da companhia que foram treinados para serem praticantes de Seis Sigma. Como visto na análise bibliográfica, há três tipos principais de certificações dos profissionais de Seis Sigma: *Green Belts*, *Black Belts* e *Master Black Belts* (a cor do cinturão varia de acordo com o conhecimento e experiência).

Pediu-se aos respondentes de informar o número de cada tipo destes profissionais que existem dentro da companhia. Juntando esta informação ao número total de empregados, foi calculado o percentual de profissionais treinados na metodologia Seis Sigma.

O primeiro gráfico mostra a distribuição da amostra de acordo com percentual de profissionais de Seis Sigma.

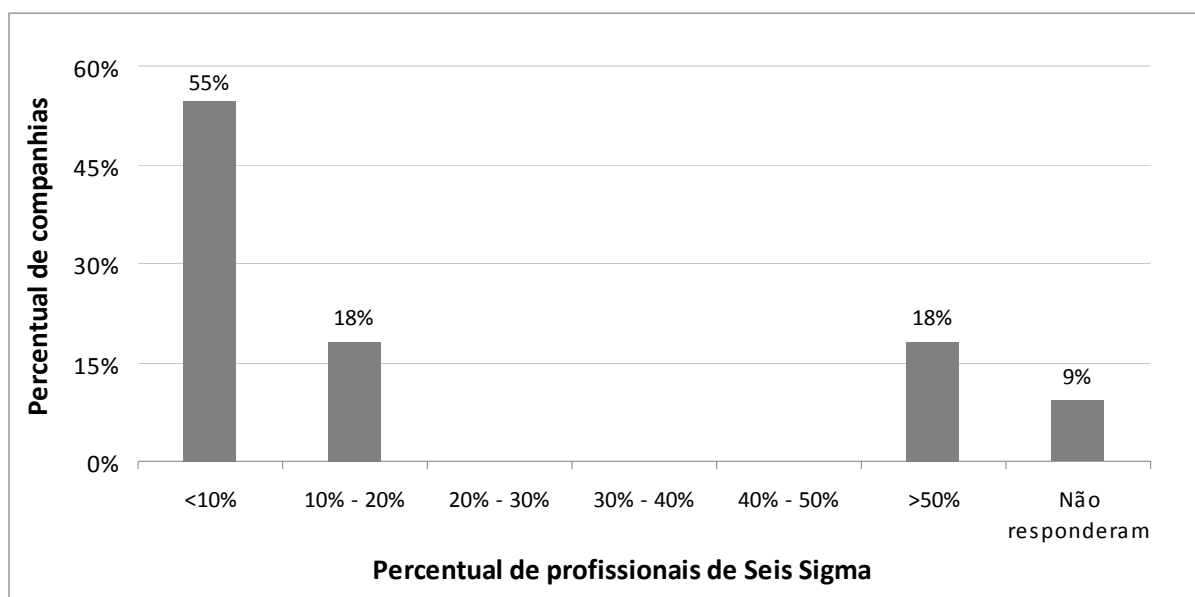


Figura 7-5: Percentual de profissionais de Seis Sigma, geral

Nota-se que na maioria das companhias (55%), os peritos em Seis Sigma (de todos os níveis) representam menos de 10% de todos os empregados. Além disso, a distribuição si mostra bimodal. Neste caso, uma das companhias americanas preferiu não responder alegando preocupações de confidencialidade.

O gráfico abaixo mostra os grupos separados:

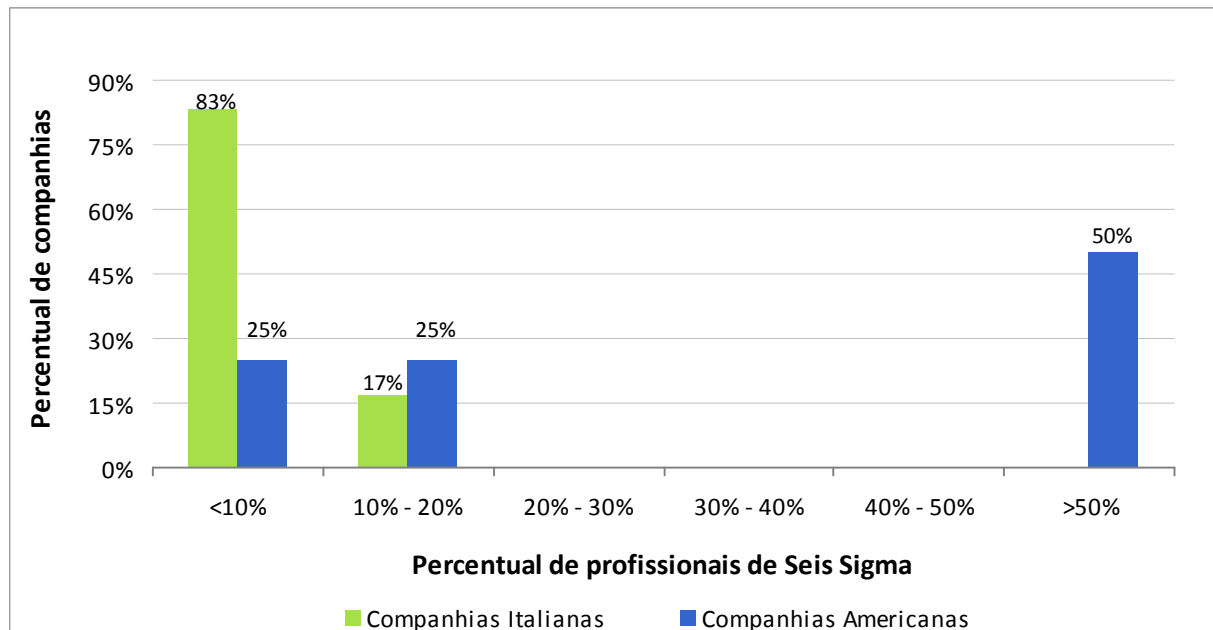


Figura 7-6: Percentual de profissionais Seis Sigma, comparativo

Agora é fácil ver que quase todas as companhias italianas (80%) têm menos do que 10% da mão-de-obra treinada nos métodos Seis Sigma (sejam GB, BB ou MBB), enquanto que as companhias americanas estão distribuídas nos dois extremos. Metade das companhias americana declarou ter mais de 50% da dos funcionários com algum nível de treinamento em Seis Sigma e a outra metade tem menos do que 20% da mão-de-obra com algum nível de treinamento em Sei Sigma.

A diferença entre os dois grupos fica ainda mais visível pelo próximo gráfico que mostra o percentual médio de trabalhadores com algum nível de treinamento em Seis Sigma considerando todos os trabalhadores de cada grupo.

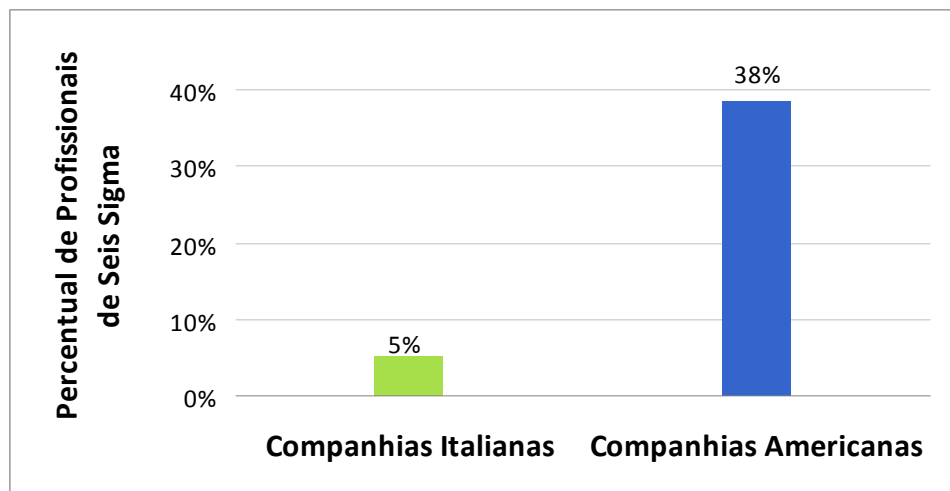


Figura 7-7: Percentual média de profissionais de Seis Sigma, comparativo

Entre os americanos em média 38% dos empregados tem algum grau de treinamento em Seis Sigma, enquanto que este número baixa para 5% entre os italianos. Isso significa que algumas companhias americanas têm um número elevadíssimo de trabalhadores com qualificação em Seis Sigma, puxando a média do grupo para cima. Realmente isto é verificado, sendo que uma das companhias alegou ter mais de 80% de seus funcionários treinados.

Para se ter uma visão melhor da qualificação das pessoas treinadas, vai-se mais adiante e se analisa o percentual de praticantes de acordo com os níveis mais altos de treinamento. Tais níveis elevados é que representam a fonte principal de conhecimento sobre a metodologia nas empresas e são freqüentemente os principais responsáveis pelo treinamento das pessoas e pela condução dos projetos.

Quantidade de Black Belts para cada 1000 funcionários

Companhias Italianas	2,3
Companhias Americanas	35,3

Tabela 7-1: Quantidade de *Black Belts* para cada mil empregados

Quantidade de Master Black Belts para cada 1000 funcionários

Companhias Italianas	0,0
Companhias Americanas	3,8

Tabela 7-2: Quantidade de *Master Black Belts* para cada mil empregados

Novamente aqui as diferenças entre os dois grupos são significativas.

É importante notar que entre as companhias italianas a figura de um *Master Black Belt* está praticamente ausente. Isto pode estar indicando um baixo nível de participação das pessoas dos níveis administrativos mais altos (dado que um MBB normalmente é um empregado de um nível hierárquico mais alto) e uma falta de experiência e conhecimento em Seis Sigma nas empresas italianas.

Resumindo os pontos principais:

- A maioria (83%) das companhias italianas na amostra tem menos de 10% da mão-de-obra com treinamento em Seis Sigma (considerando-se todos os níveis de treinamento), enquanto que as americanas estão distribuídos nos extremos. Metade deles apresenta mais de 50% da mão-de-obra composto por GB, BB ou MBB, enquanto que a outra metade tem menos de 20% da mão-de-obra treinada em Seis Sigma.
- A figura do MBB é praticamente inexistente entre as companhias italianas.

- Em média, as companhias americanas têm um percentual muito maior dos empregados (38% contra. 5%) com algum grau de treinamento de Seis Sigma, isso se torna ainda mais evidente para os níveis mais altos.

7.2 **Benchmark**

Esta parte pode ser considerada o cerne do trabalho. Uma vez que as companhias americanas foram claramente destacadas como sendo as mais experientes da amostra, passa-se a comparação dos métodos usados pelos dois grupos de empresas. A análise será feita seguindo a mesma ordem estabelecida na análise bibliográfica, pois estabelece uma sequência lógica de cada uma das etapas necessárias para a identificação e seleção de projetos Seis Sigma.

7.2.1 Fontes usadas para identificar projetos Seis Sigma

O primeiro gráfico mostra o percentual de companhias que usa cada tipo de fonte.

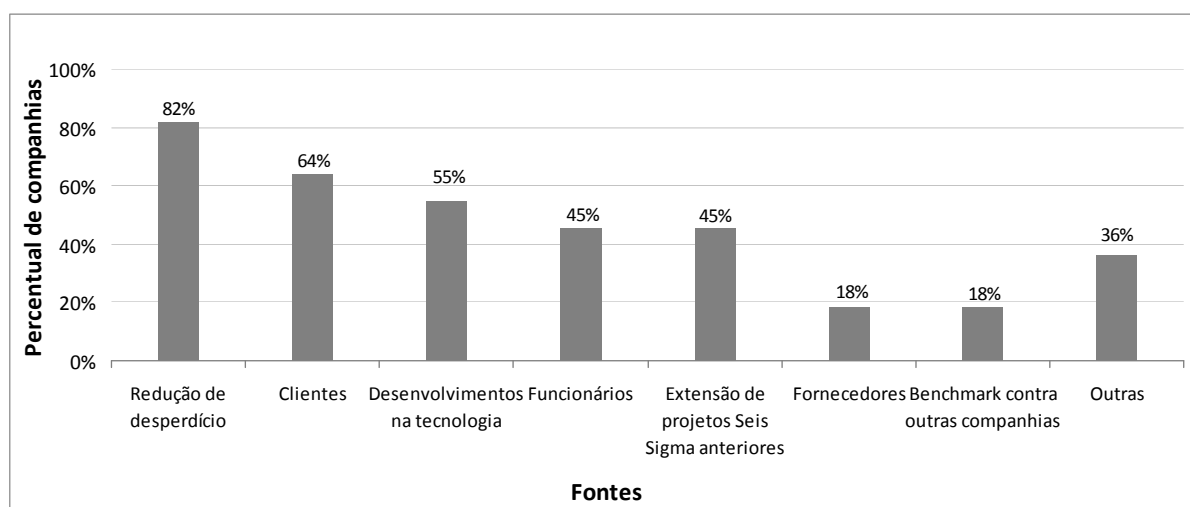


Figura 7-8: Fontes de idéias para projetos Seis Sigma, geral

Na pesquisa realizada 82% das companhias responderam que usam redução desperdício como uma das fontes principais. Isso é condizente com o que diz a literatura, onde a redução de desperdício é muito enfatizado.

O uso de clientes, que é ressaltado na literatura como uma das fontes principais, foi a segunda fonte mais usada pelas companhias, sendo usada por 64% delas. De acordo com a literatura, um dos objetivos principais do Seis Sigma é justamente identificar e satisfazer as necessidades dos clientes.

Por outro lado, embora seja freqüentemente mencionado na literatura que é muito importante ampliar Seis Sigma para fora da companhia, para os fornecedores, buscando aumentar a qualidade dos *inputs*, poucas companhias na verdade mencionaram usar o fornecedor como uma fonte. Nesta amostra só 18% de todas as companhias indicou isto como uma fonte.

Para analisar melhor as diferenças entre os dois grupos, o próximo gráfico foi elaborado.

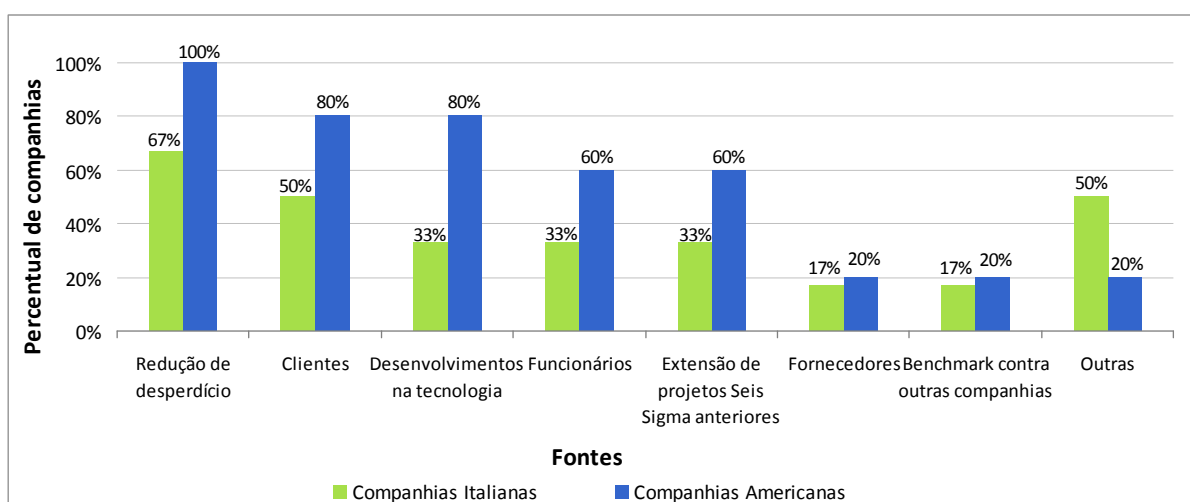


Figura 7-9: Fontes de idéias para projetos Seis Sigma, comparativo

Ao comparar as respostas dadas pelas companhias americanas contra as italianas, a primeira coisa salta fora é que a porcentagem de companhias que usam cada tipo de fonte diminui da mesma forma para ambos os grupos. Ambos usam redução de desperdício com mais freqüência e, em seguida, clientes. Com menor freqüência se destacam o uso de fornecedores e *benchmark* contra outras companhias.

Outra característica notável no gráfico é que a freqüência de companhias americanas que usam cada ferramenta é muito maior para quase todas as ferramentas, sugerindo que elas tendem a usar simultaneamente mais fontes do que os italianos. Realmente, as americanas usam em média 4,4 fontes, enquanto as italianas usam 3.

Os principais *gaps*, em ordem decrescente, entre as companhias são nas fontes: desenvolvimentos na tecnologia, redução de desperdício, clientes, funcionários e extensão de projetos anteriores.

Em relação a desenvolvimentos na tecnologia, apenas 33% dos italianos a usam como uma fonte, contra 80% no caso dos americanos. Isso talvez possa ser atribuído aos diferentes ambiente em que as empresas atuam. Como é sabido, nos EUA existe uma cultura muito forte de investimentos em novas tecnologias, algo que não é tão visível no mercado italiano (com

exceção do setor de design de luxo; do qual, porém, nenhuma das empresas da amostra faz parte).

Considerando a redução de desperdício, 100% das empresas americanas a usam como fonte, comparado com 67% das companhias italianas. Ou seja, as empresas italianas poderiam usar com mais frequência esta fonte. Uma possível explicação para o maior uso entre as companhias americanas é todas pertencem ao setor industrial, enquanto que duas das companhias italianas pertencem ao setor de serviços. Geralmente, se associa redução de desperdício ao setor industrial/manufatureiro por ser mais fácil de identificar fontes de desperdício. No entanto, isso é incorreto. Mesmo em serviços, grande atenção deve ser dada a tal problema. Dessa forma, apesar de nem todas as empresas italianas pertencerem ao setor industrial, isso não justifica o baixo uso de redução de desperdício como fonte.

Ao analisar o uso de clientes como uma fonte, só a metade das companhias italianas os usa contra 80% dos americanos. Isto indica que as companhias italianas podem estar focando seus projetos em problemas que não agreguem valor para o cliente. Isso vai completamente contra os princípios do Seis Sigma, e também não leva em consideração que, no final das contas, é o cliente que faz com que a empresa gere receitas.

Com relação aos funcionários, 60% das americanas o usam como fonte enquanto que apenas 33% das italianas o usam. De acordo com a literatura, uma grande importância deveria ser dada a esta fonte, pois na verdade o funcionário nada mais é do que um cliente interno. Além disso, ao usar os funcionários como fonte, isso aumenta a motivação deles em relação ao Seis Sigma. Vale lembrar que um dos FCS é justamente estabelecer uma mudança cultural na empresa.

Por último, o *gap* em relação à fonte extensão de projetos Seis Sigma anteriores pode ser explicado pelo fato de que as americanas já implementam o Seis Sigma há muito mais tempo, logo tiveram mais oportunidades de estenderem projetos anteriores.

Outro aspecto do gráfico que vale a pena ser comentado é que metade das companhias italianas tende a usar fontes diferentes das principais citadas na literatura, enquanto que apenas 20% das americanas recorrem a fontes diferentes. As fontes diferentes usadas pelas companhias italianas são: propostas de Patrocinadores/Campeões, *gaps* em termos de custo e qualidade e reuniões de decisão estratégica.

Passa-se agora à análise da importância dada a cada fonte. Para ordenar as fontes de acordo com a importância, as empresas foram pedidas no questionário para classificarem as fontes em ordem de importância, sendo 1 a mais importante. Logo, foi preciso empregar

algumas transformações simples nos dados. Por exemplo, para transformar a classificação dada pela empresa em um valor que representasse a importância da fonte, definiu-se a seguinte fórmula: $\text{Pontuação} = \frac{1}{\text{Ranking}}$.

Esta fórmula foi definida desta maneira para que quanto menor fosse o ranking dado, menor seria a pontuação recebida, diminuindo mais que proporcionalmente. A hipótese usada é que as empresas dão uma atenção muito maior para as principais fontes do que para as fontes secundárias. Chegou-se a esta fórmula depois de uma discussão com o professor Alessandro Brun que orientou o trabalho feito no *Politecnico di Milano*.

Os valores podem ser vistos na seguinte tabela.

Pontuação para o ranking dado	
Ranking dado	Pontuação
1	1,00
2	0,50
3	0,33
4	0,25
5	0,20
6	0,17
7	0,14
0	0,00

Tabela 7-3: Transformação do ranking em pontuação

Em seguida, somam-se todas as pontuações dadas pelas empresas para obter a soma global da importância para cada determinado tipo de fonte. Por último, converte-se a soma para um valor entre 0 a 100%, onde cem por cento significa que todas as empresas na amostra consideraram a fonte como a mais importante e zero significa que nenhuma empresa usou a fonte. Além disso, para calcular este valor, levam-se em consideração apenas as empresas que afirmaram usar a fonte. (Nas próximas perguntas relativas à importância dada a um determinado parâmetro, não se explicará novamente os passos usados para evitar repetição).

O primeiro gráfico mostra os resultados globais para a amostra:

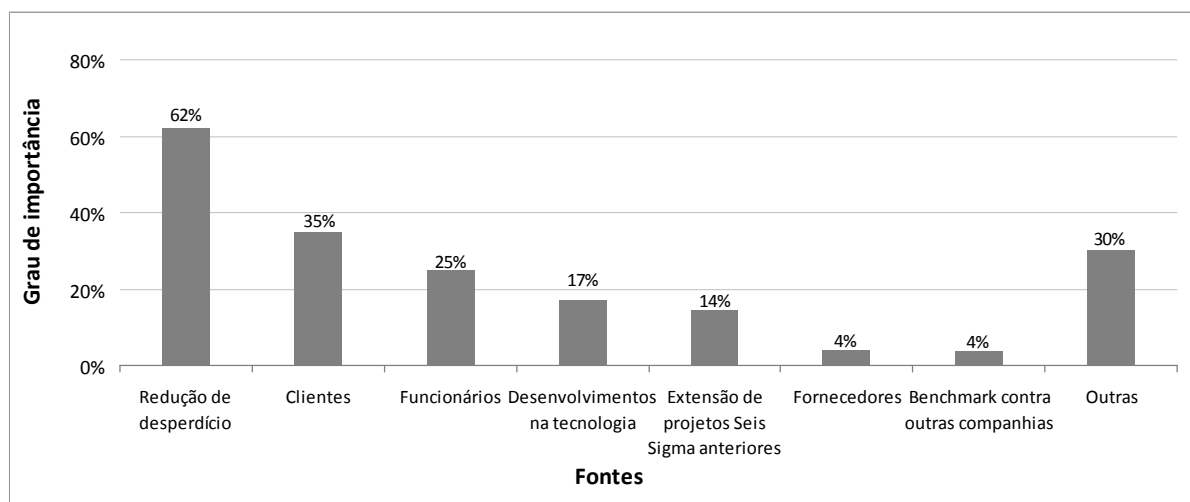


Figura 7-10: Importância das fontes, geral

A ordem de importância segue praticamente a mesma ordem de frequência de uso das fontes, sendo redução de desperdício considerada como a principal fonte de idéias para projetos Seis Sigma e clientes em segundo lugar.

A única troca na ordem acontece entre as fontes funcionários e desenvolvimentos tecnológicos. Embora o primeiro seja usado como uma fonte por um número menor de companhias (45%) que o posterior (55%), a fonte funcionários apresenta uma importância global mais alta. Ou seja, quando é usado tem mais significância do que desenvolvimentos em tecnologia.

Um comentário pertinente a ser feito é que uma maior importância deveria ser dada para clientes, conforme o que foi apresentado anteriormente na literatura sobre ouvir a VOC.

Em seguida, são exibidos os resultados que segregam as companhias italianas das americanas.

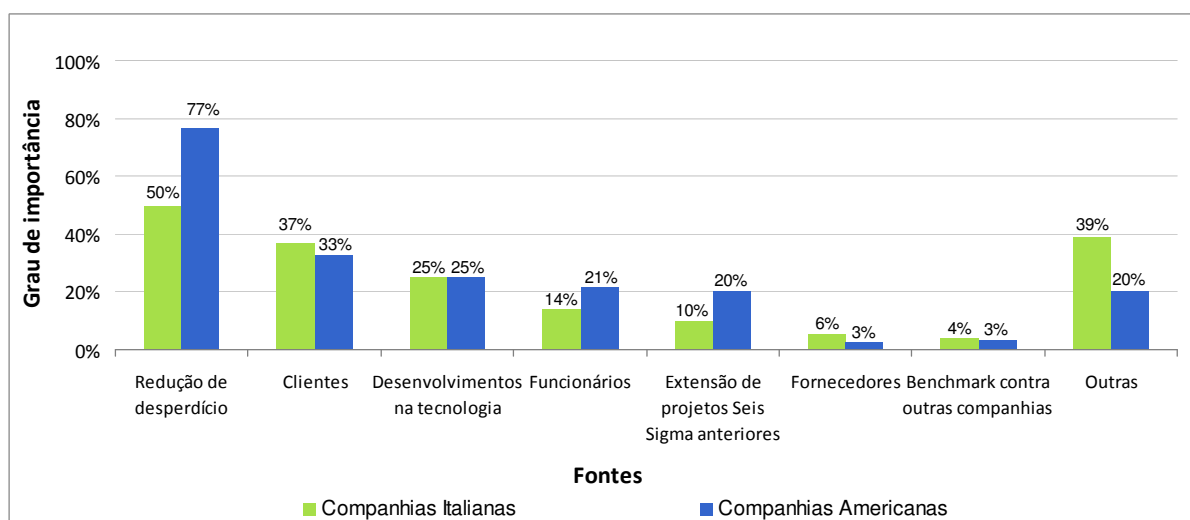


Figura 7-11: Importância das fontes, comparativo

A ordem permanece basicamente a mesma. A única diferença que merece algum comentário é que as companhias americanas tendem a prestar muita atenção ao uso de redução desperdício como uma fonte, algo que apenas metade das italianas fazem (não obstante, aparece como fonte principal em ambos os casos).

Elencando as descobertas principais:

- A fonte mais usada e considerada a mais importante por ambos os grupos é a redução de desperdício. 82% de toda a amostra declarou usá-la.
- Em segundo lugar nos quesitos importância e frequência de uso é o uso do cliente. É usada por 64% de toda a amostra.
- Ambos os grupos deveriam dar maior atenção a fonte funcionários. Apenas 18% de todas as companhias declararam usá-lo.
- Ao analisar os dados separadamente, a quantidade de companhias que usam cada tipo de fonte diminui na mesma ordem em ambos os grupos, mostrando coerência entre eles.
- Os principais *gaps* entre os italianos e os americanos são encontrados nas fontes redução de desperdício, desenvolvimentos tecnológicos e clientes, sendo que os americanos usam todas as fontes com muito mais frequência.
- As companhias italianas usam com bastante frequência fontes diferentes das propostas pela teoria.

7.2.2 Principais ferramentas usadas para identificar potenciais projetos Seis Sigma

A seguir, seguindo a estrutura estabelecida, as ferramentas usadas na identificação de projetos Seis Sigma são analisadas. Assim como foi feito para as fontes, cada empresa teve que não só apontar quais ferramentas utiliza, mas também classificá-las de acordo com a sua importância.

Este primeiro gráfico mostra quantas empresas usam cada tipo de ferramenta para identificar potenciais projetos Seis Sigma:

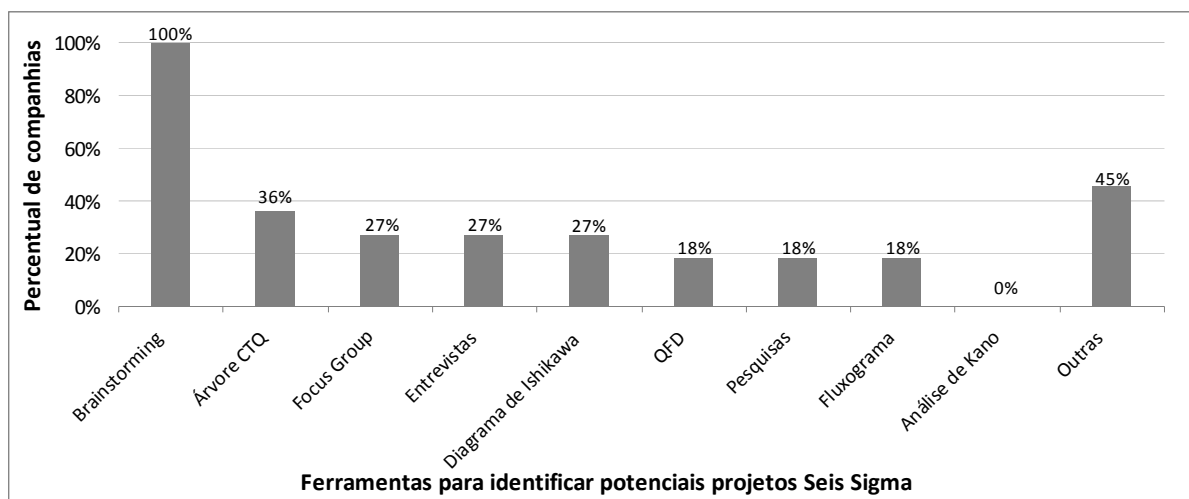


Figura 7-12: Ferramentas de identificação, geral

É fácil notar que *brainstorming* é sem dúvida a ferramenta mais popular (mais usada) entre as empresas. De fato, 100% dos entrevistados declararam usá-la!

Neste caso, a opção outras alcançou uma porcentagem consideravelmente alta, podendo significar que as principais ferramentas sugeridas pela literatura não representam bem as ferramentas usadas na prática. As ferramentas que as companhias citaram foram: *data mining*, *value stream mapping*, e *benchmark* interno. Seria interessante incluir tais ferramentas em estudos futuros.

Ainda, duas companhias indicaram usar os principais indicadores de desempenho (KPI), como ferramentas de identificação de projetos. No entanto, seria mais correto usar tais indicadores como critérios de seleção de projeto, ao invés de usá-los como ferramentas de identificação de projetos.

Em seguida, apresenta-se o mesmo gráfico, mas separando as companhias americanas das italianas:

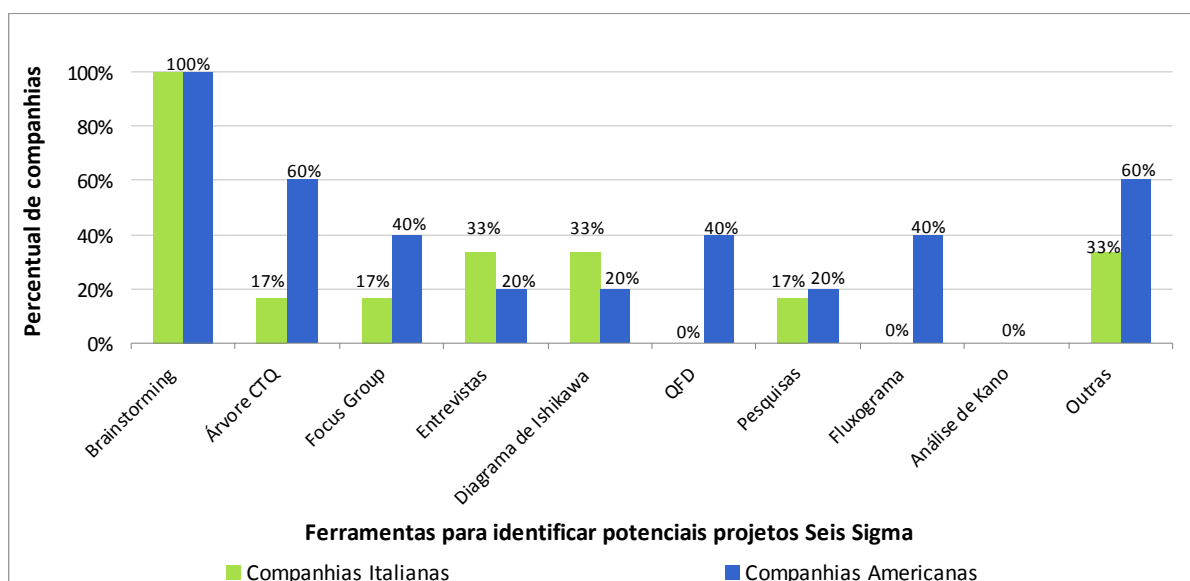


Figura 7-13: Ferramentas de identificação, comparativo

Nota-se que para ambos os grupos coincidem tanto as ferramentas mais usadas quanto as menos usadas para identificação de projeto (*benchmark* e análise de Kano).

As diferenças principais são que: as companhias americanas utilizam mais ferramentas do que as italianas; em particular 40% das americanas fazem uso do fluxograma e do QFD, enquanto que nenhuma das italianas sequer o usa. Também notável é que a maioria das companhias americanas (60%) usa árvore *CTQ* contra uma fração inexpressiva das italianas (17%).

A próxima informação extraída das respostas é sobre a importância dada para cada ferramenta. O mesmo raciocínio usado na seção anterior foi aplicado aqui para determinar o grau de importância associado a cada item.

Os resultados são reportados a seguir:

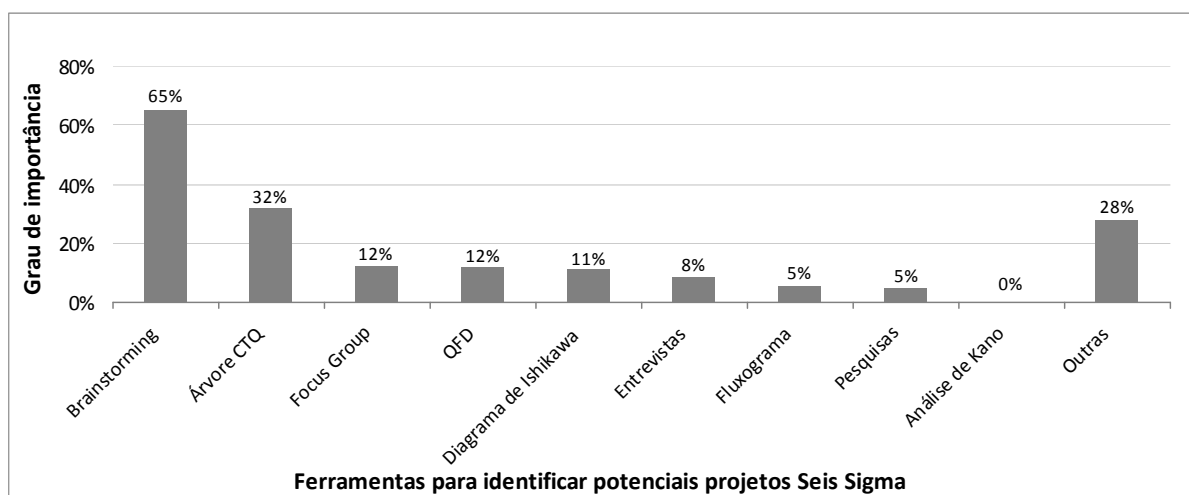


Figura 7-14: Importância das ferramentas de identificação, geral

Brainstorming aparece novamente no topo, sendo a ferramenta com a maior avaliação em termos de importância, seguida pela árvore CTQ.

O mesmo gráfico é feito separando os grupos da amostra:

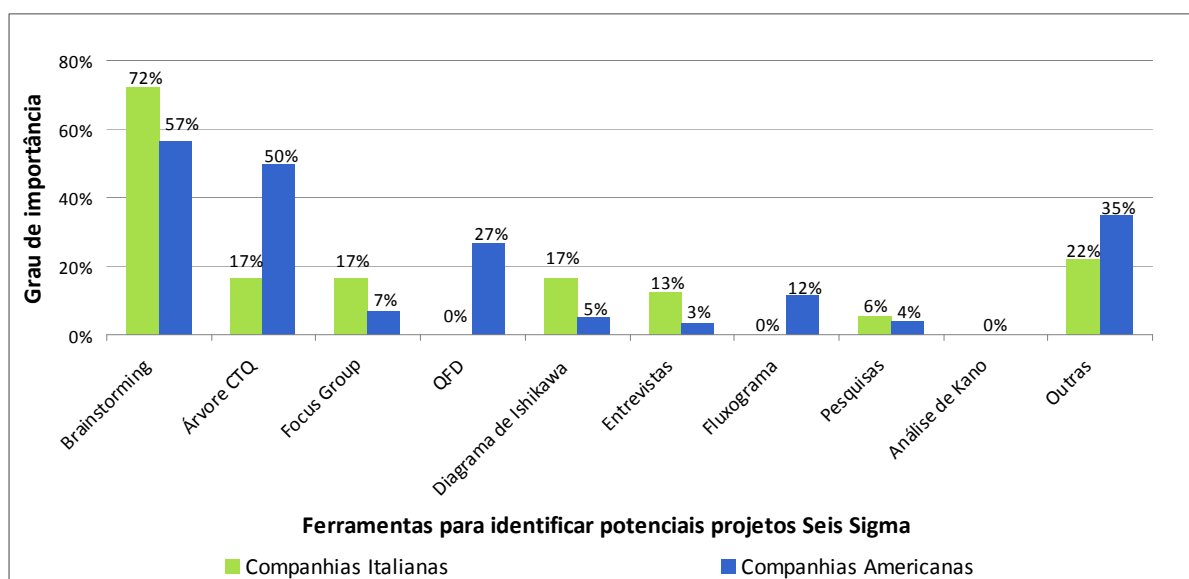


Figura 7-15: Importância das ferramentas de identificação, comparativo

Brainstorming ainda é a ferramenta mais importante dentro de cada grupo, demonstrando um bom grau de coerência entre os grupos na "primeira escolha". Alguns dos motivos por *brainstorming* ser a ferramenta mais usada pode ser explicado devido a sua facilidade de aplicação e ao seu amplo conhecimento pelas pessoas.

Neste gráfico as maiores diferenças aparecem nas vozes árvore CTQ, QFD. Isto já era esperado devido à baixa frequência ou não uso destas ferramentas pelas companhias italianas, como visto antes.

Resumindo os pontos principais:

- Todas as empresas declararam usar o *Brainstorming* como ferramenta de identificação de projetos Seis Sigma. Além disso, aparece em primeiro lugar no quesito importância.
- As companhias americanas lançam mão do uso de um número maior de ferramentas para identificação de projetos.
- As ferramentas que apresentam os maiores *gaps* em termos de uso e importância são: *QFD* e árvore *CTQ*.

7.2.3 Principais critérios usados para priorizar projetos Seis Sigma

Em seguida, foi pedido às empresas de classificarem os principais critérios encontrados na literatura de acordo com a sua importância seguindo uma escala Likert de cinco pontos, a qual pode ser vista na seguinte tabela:

Pontuação	Importância
0	Sem importância
1	Pouco importante
2	Moderadamente importante
3	Muito importante
4	Extremamente importante

Tabela 7-4: Escala Likert

Para verificar o nível de consistência interna, realizou-se um teste de Cronbach. Este teste serve para determinar o nível de confiança interna para uma série de perguntas relacionadas aos critérios para seleção de projeto. De acordo com um estudo semelhante realizado por Banuelas et al, (2006) um fator de Cronbach superior a 0.60 indica um nível aceitável de consistência interna. Todos os critérios nesta pesquisa têm um coeficiente acima de 0.60, mostrando uma boa confiança interna. Os resultados deste teste estão no apêndice.

Uma vez que todas as companhias classificaram os critérios de acordo a sua importância, calcularam-se as médias das pontuações dadas a cada critério. Para visualizar melhor quais eram os critérios mais significativos, foi traçada uma linha vital no nível moderadamente importante.

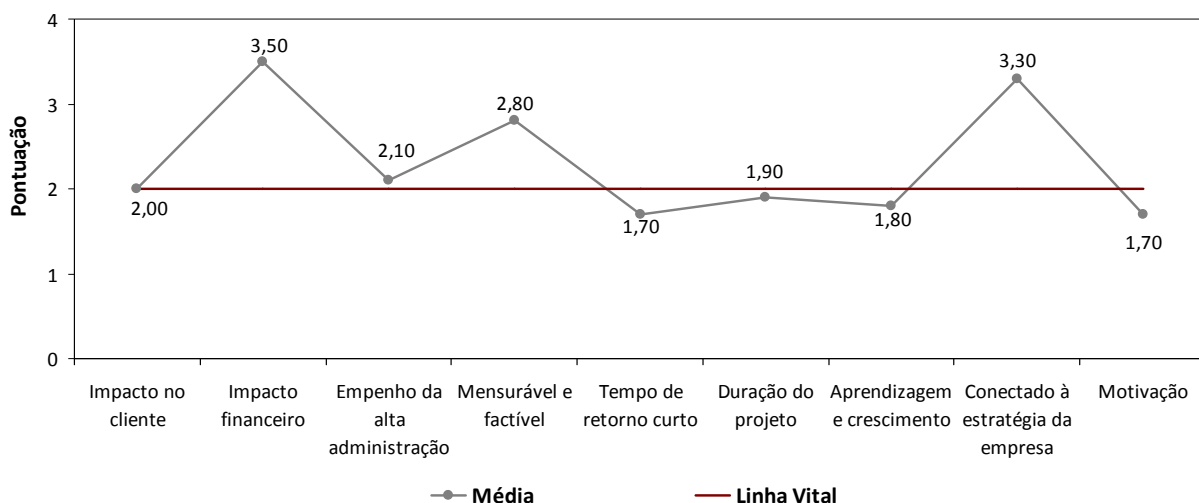


Figura 7-16: Importância dos critérios, geral

Nota-se que os critérios impacto financeiro e conectado à estratégia da empresa estão entre as classificações muito e extremamente importante. Em seguida, aparece o critério mensurável e factível, sendo classificado próximo de muito importante. O empenho da alta administração, impacto no cliente e duração do projeto aparecem próximos da classificação moderadamente importante.

Os critérios que foram considerados menos importantes são tempo de retorno curto, aprendizagem e crescimento e duração de projeto. Visto que uma grande importância foi dada ao impacto financeiro e não para duração do projeto e tempo retorno curto, isto indica que as companhias estão mais preocupadas com quanto o projeto refletirá nos resultados, do que quanto tempo levará para alcançar este resultado.

A seguir exibe-se o gráfico separando os dois grupos de empresas.

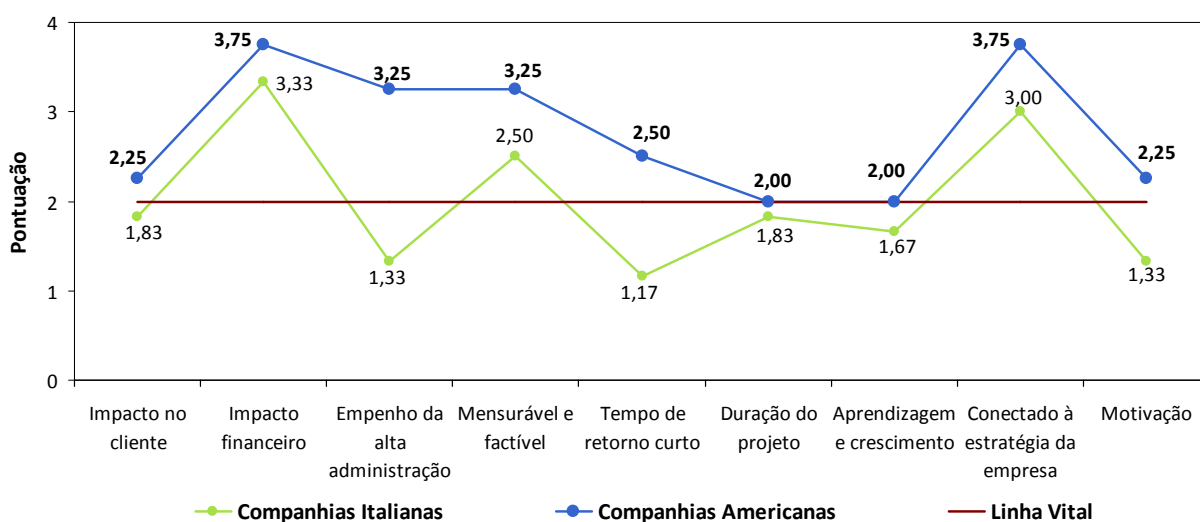


Figura 7-17: Importância dos critérios, comparativo

Quando as companhias italianas são comparadas contra as americanas, a primeira coisa que salta fora é que, em média, os americanos dão uma importância maior a todos os critérios. Isto pode indicar que eles realmente estão mais preocupados com todos os critérios, ou, de outro ponto de vista, que eles apenas têm uma tendência a dar pontuações mais altas.

Para comparar melhor os dois países, foi feito um “re-escalamento” das pontuações dadas pelas companhias americanas, multiplicando as suas pontuações por 0.85 (este valor foi escolhido apenas por ser o valor que melhor alinhava as respostas dos dois países). É interessante notar que depois deste ajuste, as importâncias dadas a cada um dos critérios parecem se alinhar na maioria dos casos.

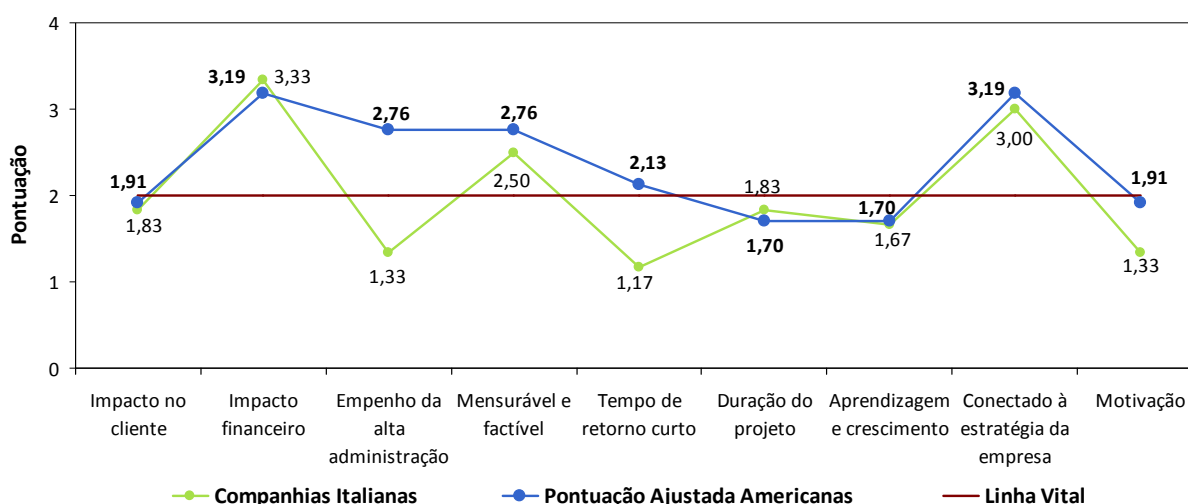


Figura 7-18: Importância ajustada dos critérios, comparativo

No entanto, ainda existem critérios que chamam a atenção devido à grande diferença nas pontuações dadas por cada um dos grupos. Os principais critérios são: empenho da alta administração e tempo de retorno curto que foram fortemente subestimados pelas companhias italianas. Isto significa que em nossa amostra as companhias italianas não consideram tais fatores tão importantes quanto seus pares americanos.

Resumindo os resultados principais:

- Em geral, as companhias italianas estão bem alinhadas aos critérios usados pelas companhias americanas.
- Em média, as companhias americanas dão uma importância maior a todos os critérios. Porém, até mesmo depois do “re-escalamento” das pontuações, o empenho da alta administração e o tempo de retorno curto ainda apresentam uma grande diferença entre os grupos.
- Independentemente da nacionalidade, impacto financeiro e conectado à estratégia empresarial sempre são considerados os dois critérios mais importantes.
- Considerando que uma grande importância foi dada ao impacto financeiro e não à duração do projeto ou tempo de retorno curto, isto sugere que companhias estão mais focadas em obter resultados mais significativos do que obter resultados rápidos.

7.2.4 Principais ferramentas usadas para priorizar projetos Seis Sigma

Prossegue-se com uma análise das ferramentas usadas para priorizar projetos Seis Sigma.

Este gráfico mostra quantas empresas usam cada tipo de ferramenta para priorizar potenciais projetos Seis Sigma:

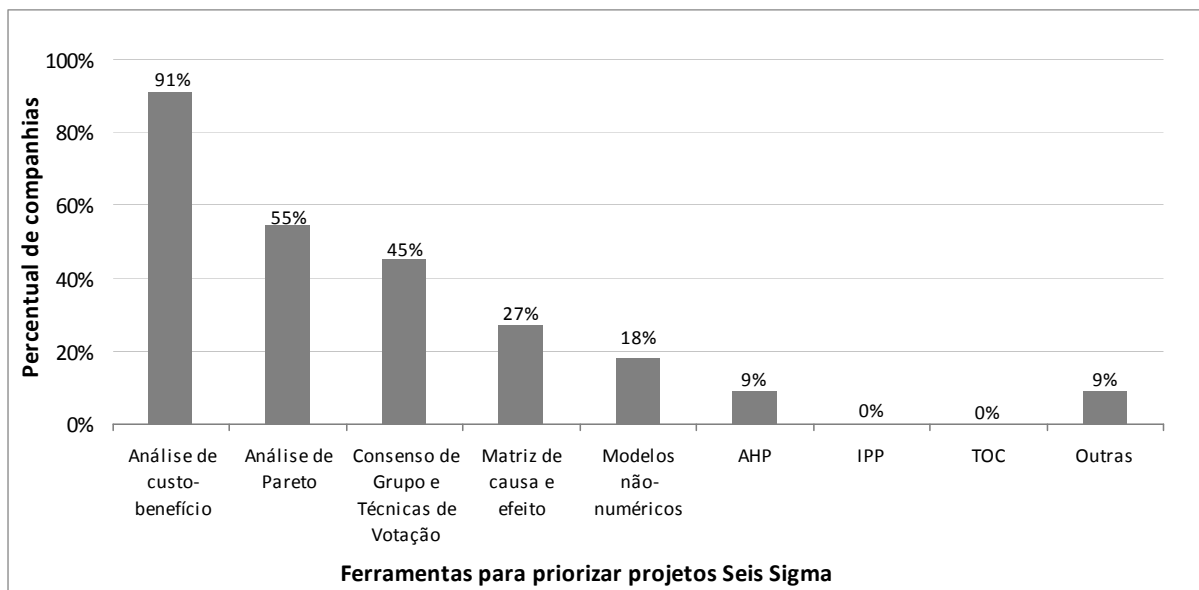


Figura 7-19: Ferramentas de priorização, geral

Como mostra o gráfico, quase todas as companhias (91%) declararam usar análise de custo-benefício para priorizar e selecionar projetos Seis Sigma, e mais do que a metade delas (55%) declararam usar análise de Pareto. Novamente, como mencionado na análise bibliográfica, a análise de custo-benefício quase nunca é mencionada entre as ferramentas de priorização de projetos Seis Sigma, no entanto aparece com muita frequência como a ferramenta mais usada.

As ferramentas AHP, IPP e TOC, por outro lado, são as menos utilizadas. IPP e TOC, inclusive, não são usadas por nenhuma companhia.

Neste caso, a voz outros é significativamente baixa, havendo só uma companhia indicando que usa uma ferramenta diferente das que foram sugeridas pela literatura pesquisada. Na verdade, a companhia disse que usa EHS (*environmental, health & safety*) e questões legais para a seleção de projetos, algo que encaixaria melhor como critérios do que ferramentas de seleção. Logo, pode-se dizer que as ferramentas sugeridas no questionário abrangem a maioria das ferramentas utilizadas pelas empresas.

O próximo gráfico mostra a distribuição para os dados de acordo com cada grupo:

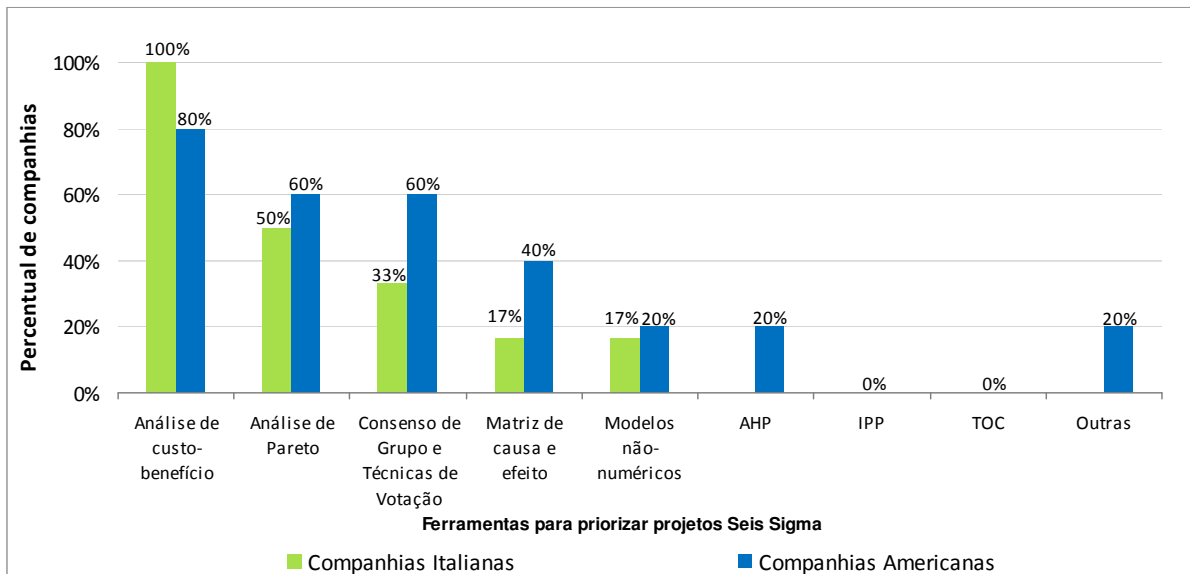


Figura 7-20: Ferramentas de priorização, comparativo

O grau de popularidade (porcentagem de empresas que usam cada ferramenta) é basicamente o mesmo para ambos os grupos.

Os únicos *gaps* que merecem ser comentados são: o uso muito mais alto de consenso de grupo e técnicas de votação, e matriz de causa e efeito pelos americanos em relação aos italianos.

Analisando o número médio de ferramentas usadas por cada grupo de companhias, chega-se aos seguintes valores:

Quantidade média de ferramentas de priorização usadas	
Companhias Americanas	3
Companhias Italianas	2

Tabela 7-5: Quantidade média de ferramentas usadas por cada companhia

O número de ferramentas usadas pelas americanas é ligeiramente mais alto, mas não chega a ser significativo.

Novamente, assim como foi feito previamente para as ferramentas de seleção, analisam-se agora as respostas de acordo com a importância dada a cada ferramenta:

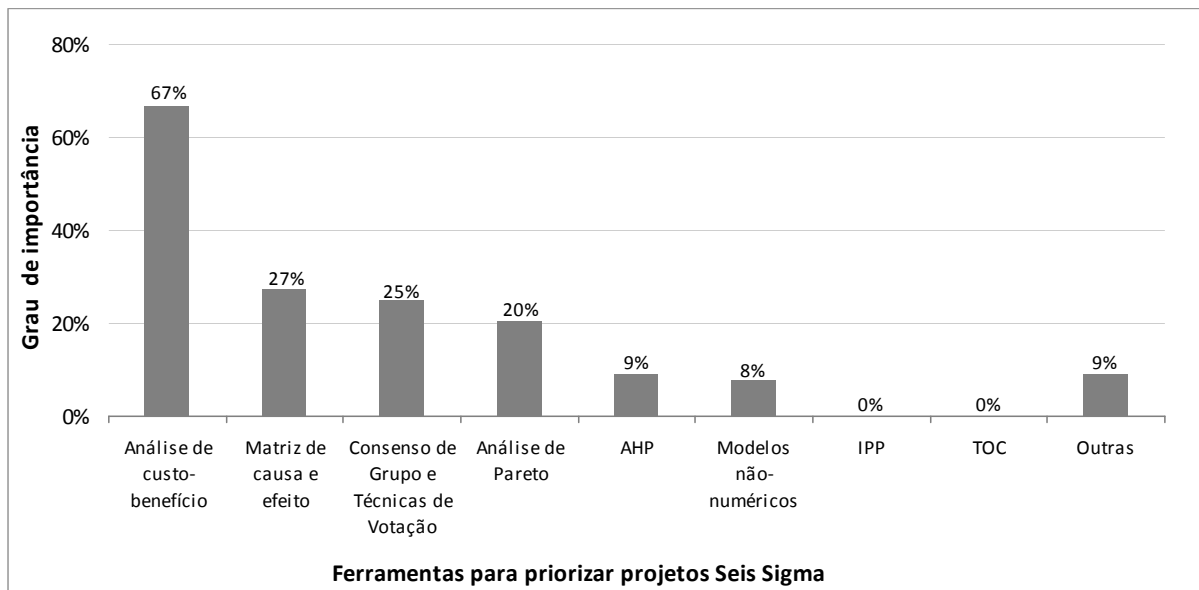


Figura 7-21: Importância das ferramentas de priorização, geral

Sem dúvida a ferramenta considerada mais importante para a priorização de projetos Seis Sigma é análise de custo-benefício. Em seguida, aparecem a matriz de causa e efeito consenso de grupo e análise de Pareto.

Considerando os resultados para os grupos segregados obtém-se o seguinte resultado:

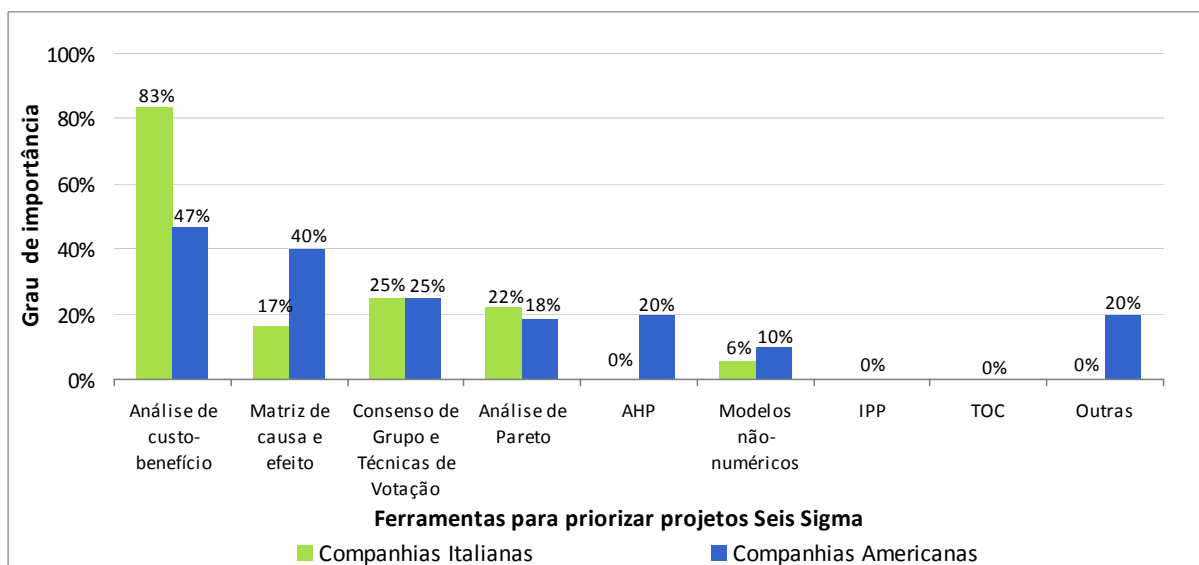


Figura 7-22: Importância das ferramentas de priorização, comparativo

Não há nenhuma diferença extremamente pertinente na ordem de importância entre os grupos. Porém uma diferença grande pode ser vista no uso de análise de custo-benefício, que recebe um grau de importância muito mais alto pelas companhias italianas (83%) contra um grau de 47% pelas americanas.

O oposto é verificado no caso de matriz de causa e efeito (40% para os americanos contra só 17% pelos italianos). Isto talvez indique que os italianos estão se baseando de maneira muito forte apenas na análise econômica e não em outros fatores que também podem ser relevantes para a escolha do projeto.

Resumindo os resultados principais:

- Quase todas as companhias (91%) declararam usar análise de custo-benefício. Em segundo lugar, no quesito frequência, 55% das companhias declararam usar análise de Pareto para priorizar Seis projetos de Sigma.
- Análise de custo-benefício também é sem dúvida considerada a ferramenta mais importante para priorizar projetos.
- As italianas em geral dão um peso muito grande e maior do que as americanas à ferramenta análise de custo-benefício.
- As companhias americanas, por sua vez, distribuem a importância dada às ferramentas de forma mais uniforme entre as ferramentas: análise de custo-benefício, matriz de cause e efeito, e consenso de grupo e técnicas de votação.

7.2.5 Principais indicadores de desempenho

O único modo que uma companhia pode medir os benefícios e sucessos alcançados depois da implementação de um projeto é através da medição dos resultados, os quais podem ser medidos de muitos modos diferentes.

Por isso os respondentes foram pedidos para listar os principais indicadores de desempenho (KPI) que eles usam para quantificar o seu desempenho. Através de uma análise bibliográfica foi proposta uma lista com os KPIs mais comumente usados pelas companhias. Os resultados podem ser vistos na próxima figura.

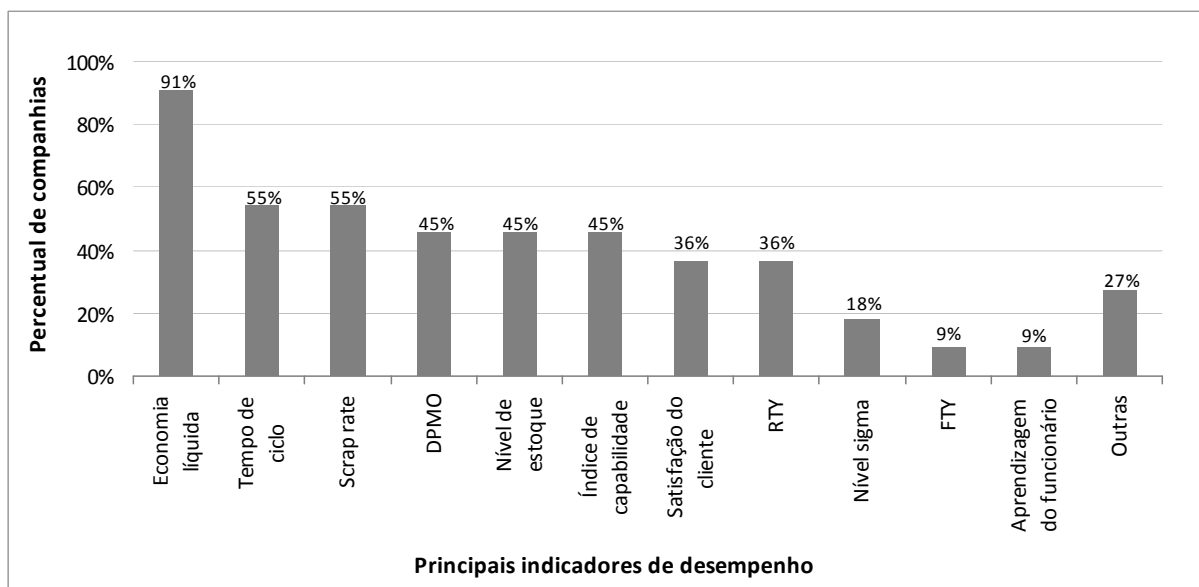


Figura 7-23: Principais indicadores de desempenho, geral

Analisando o gráfico, pode ser visto que economia líquida foi claramente o KPI mais usado. Isto é muito consistente com o fato de que a maioria das companhias também considerou impacto financeiro como o critério mais importante para priorizar projetos Seis Sigma, e também usou a análise de custo-benefício como a ferramenta de seleção principal. Além disso, é um KPI que pode ser usado por qualquer tipo de companhia, independentemente do seu setor. Logo, é natural que a maioria das companhias faça uso de tal parâmetro para avaliar os resultados.

Embora oito companhias houvessem considerado previamente impacto no cliente como um critério no mínimo moderadamente importante, somente 36% delas medem as melhorias na satisfação dos clientes. Portanto, ao confrontar os critérios escolhidos contra os

KPIs usados, percebe-se que existe certa incoerência em algumas companhias. Para ser mais preciso, das oito empresas que haviam classificado impacto no cliente como pelo menos moderadamente importante, só três delas medem este parâmetro.

Scrap rate e tempo de ciclo são usados por pelo menos a metade de todos os respondentes, seguido de perto por DPMO, nível de estoque e índice de capacidade. Na outra extremidade do gráfico, nível sigma, FTY e aprendizagem do funcionário são os KPIs menos usados.

No gráfico seguinte são mostradas as respostas dos dois grupos separadamente e os KPIs foram rearranjados de acordo com a frequência de uso pelas companhias americanas.

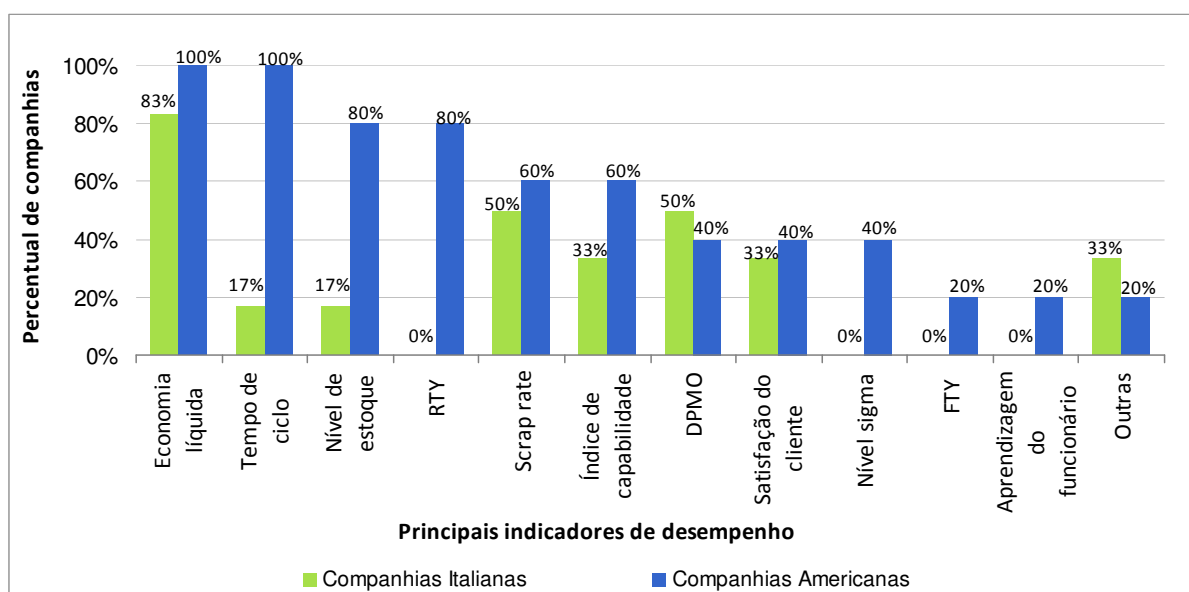


Figura 7-24: Principais indicadores de desempenho, comparativo

Pode ser visto que todas as companhias americanas usam economia líquida como um parâmetro para medir os resultados, contra um pouco mais que 80% das italianas. Isto pode ser porque companhias americanas são extremamente orientadas ao mercado acionário, tendo que mostrar frequentemente para os seus acionistas como a companhia está desempenhando. No entanto, a diferença entre os dois grupos é muito pequena para ser significativa.

Os maiores *gaps*, porém, estão associadas aos KPIs mais usados pelo setor industrial. Isto pode estar explicado pelo fato de que todas as companhias americanas pertencem ao setor industrial, enquanto que duas das companhias italianas pertencem ao setor de serviços.

Porém, também pode ser notado que até mesmo as companhias italianas que pertencem ao setor industrial nunca usam KPIs como nível sigma, RTY, FTY e raramente fazem uso do nível de estoque e tempo de ciclo. Usam com mais frequência *scrap rate* (50%), DPMO (50%) e índice de capacidade (33%).

No geral, verifica-se que, em média, as companhias americanas medem muito mais KPIs do que as companhias italianas, como pode ser visto na tabela abaixo:

Quantidade média de indicadores usados

Companhias Americanas	6,6
Companhias Italianas	3,5

Para confrontar de forma mais adequada apenas as empresas do setor industrial, elaborou-se o seguinte gráfico, no qual são mostradas só as companhias italianas que pertencem ao setor industrial ao lado das companhias americanas, as quais pertencem todas a este setor. Seria interessante fazer um gráfico semelhante para o setor de serviço, mas devido ao pequeno tamanho de amostra isto não foi possível.

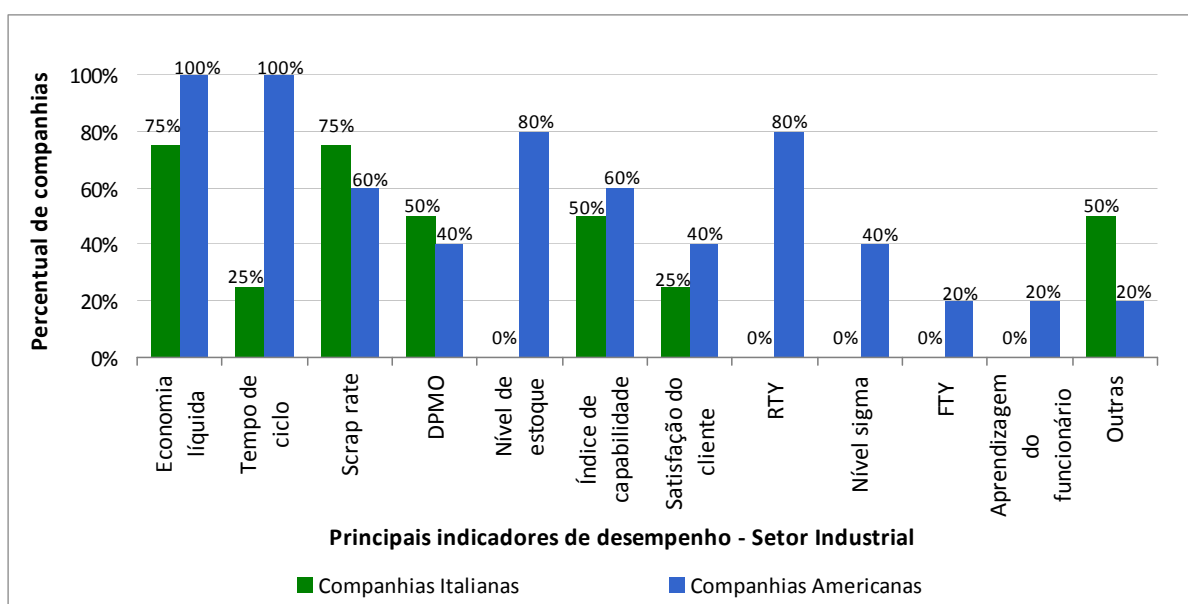


Figura 7-25: Principais indicadores de desempenho setor industrial, comparativo

A primeira coisa que salta fora é que, nesta amostra, mais companhias italianas medem os parâmetros *scrap rate* e *DPMO*. Porém, a diferença não chega a ser muito significativa. As principais diferenças que são observadas entre os dois grupos de companhias são nos seguinte KPIs (em ordem da maior para a menor diferença): RTY, nível de estoque, tempo de ciclo, nível sigma, economia líquida, FTY e aprendizagem dos empregados.

Também, quando se confronta este gráfico com o anterior no qual as companhias italianas ainda não foram separadas de acordo com o setor industrial, verifica-se que aqui o *gap* no KPI nível de estoque se tornou mais acentuado. Isto acontece porque uma das companhias italianas que pertence ao setor de serviço mediu este KPI, enquanto que nenhuma das que pertencem ao setor industrial o faz!

Tabela 7-6: Quantidade média de indicadores de desempenho usados por cada companhia

Resumindo os pontos principais:

- Economia líquida é o parâmetro mais usado para medir os resultados obtidos com os projetos Seis Sigma, sendo medido por 91% de todas as companhias da amostra.
- Aprendizagem dos empregados foi o KPI o menos usado (9%).
- As companhias não são consistentes quando afirmam que consideram o impacto no cliente como um critério importante, pois não medem o indicador de desempenho associado a este critério: satisfação do cliente
- Em geral as companhias italianas do setor industrial medem menos resultados do que as companhias americanas do mesmo setor.
- Na média as companhias americanas medem mais KPIs do que suas colegas italianas (6.6 parâmetros contra 4).
- Nenhuma das empresas italianas mede o nível sigma e o nível de estoque para avaliar os resultados obtidos, enquanto que entre as americanas estes valores são, respectivamente, 40% e 80%.

7.3 Resumo dos resultados

Esta seção se resume os principais resultados obtidos seguindo a mesma ordem em que foram feitas as análises. Caso o leitor esteja interessado em ver todas as análises feitas, uma discussão mais aprofundada foi feita na seção anterior.

Fontes

A fonte mais usada (82%) e considerada a mais importante por ambos os grupos é redução de desperdício.

Em segundo lugar aparece o cliente, com 64% de toda a amostra utilizando-o.

De acordo com os dados, somente 18% das companhias ouvem sugestões dos fornecedores.

Existe coerência entre os grupos em relação à frequência de uso de cada fonte. A frequência de uso de cada fonte decresce da mesma maneira em ambos os grupos.

Os maiores *gaps* encontrados entre os grupos são nas fontes: redução de desperdício, desenvolvimentos tecnológicos e clientes, sendo que os americanos usam todas as fontes com muito mais frequência.

Ferramentas de Identificação

A ferramenta que é usada com maior frequência é o *Brainstorming*. É também a fonte considerada a mais importante.

Na média, as companhias americanas usam uma quantidade maior de ferramentas do que as italianas para identificar projetos.

Os maiores *gaps* são nas ferramentas: QFD e árvore CTQ.

Critérios

Em geral as companhias americanas dão maior importância a todos os critérios.

Em ambos os grupos os critérios considerados mais importantes foram: impacto financeiro e conectado à estratégia empresarial.

Como menos importantes aparecem os critérios: motivação, aprendizagem e crescimento, e duração do projeto.

Os principais *gaps* foram: empenho da alta administração e tempo de retorno curto.

Ferramenta de Priorização

Análise de custo-benefício é a ferramenta mais usada: 91% das empresas da amostra a usam. Esta ferramenta também é considerada a mais importante por ambos os grupos.

Em segundo lugar aparece análise de Pareto: 55%. Porém, em relação à importância aparece apenas em quinto lugar para as companhias americanas e em terceiro lugar para as italianas.

Os principais *gaps* neste caso são nas ferramentas: AHP e matriz de causa e efeito.

Algo curioso é que neste caso as empresas italianas lideram no uso da análise de custo-benefício, considerando-a também mais importante do que os americanos.

Principais Indicadores de Desempenho

O indicador de desempenho mais usado por ambos os grupos é disparado a economia líquida, atingindo 91% de uso.

A aprendizagem dos empregados foi o indicador de desempenho menos usado: atingindo apenas 9% o utilizam.

As companhias americanas tendem a usar mais indicadores de desempenho do que as italianas: 6.6 indicadores contra 4.

Dentre as companhias italianas da amostra nenhuma delas mede nível sigma do processo e o nível de estoque para avaliar os resultados obtidos. Entre as americanas, 40% medem o nível sigma e 80% medem o nível de estoque.

Os principais *gaps* são verificados nos indicadores: tempo de ciclo, nível de estoque, RTY, e nível sigma.

8. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

Neste capítulo final apresenta-se um resumo global da pesquisa e do *benchmark* que foi realizado. Além disso, algumas recomendações e sugestões serão dadas com relação a futuros trabalhos que podem ser feitos para estender o conhecimento deste argumento. Por último, são citadas as principais dificuldades encontradas ao longo da execução do trabalho.

8.1 Conclusão

O objetivo deste resumo é ser o mais sintético possível, evidenciando apenas os pontos principais que foram encontrados ao longo da tese. Além disso, sempre que possível, a análise do *benchmark* será complementada de forma sinérgica por comentários relativos às diferenças entre o que é dito na teoria e o que realmente é feito na prática.

Antes de comentar os principais resultados, é importante ressaltar as diferenças que existem entre os dois grupos de empresas que participaram do *benchmark*. Em geral, as italianas ainda se encontram nas fases iniciais de implementação da metodologia Seis Sigma, enquanto todas as americanas já atingiram uma grande maturidade, algumas sendo inclusive pioneiras no assunto. Em seguida, serão apresentados alguns dados que mostram como os dois grupos são diversos.

O grupo italiano é composto principalmente por pequenas e médias com vendas anuais que variam de 110€ milhões a 560€ milhões. O grupo americano, por sua vez, é totalmente composto por grandes empresas com atuação global, com vendas anuais que variam de US\$3,5 bilhões a US\$24,5 bilhões. Tal diferença de grandeza se verifica também no número de empregados, variando de 140 a 4.300 para as italianas, e de 7.000 para 21.000 para as americanas.

Os grupos não são diferentes apenas em relação ao tamanho, mas também na capacitação da mão-de-obra. Comparando o número de praticantes de Seis Sigma dentro das corporações, foi revelado que a porcentagem média de pessoas com algum nível de treinamento em Seis Sigma alcança 38% de todos os empregados nas companhias americanas e só 5% nas italianas. Ao se considerar apenas os níveis mais altos como MBB e BB, os

americanos mostram uma liderança ainda mais expressiva em número de profissionais treinados (BB: 35.3‰ EUA x 2.3‰ Itália; MBB 3.8‰ EUA x 0.0‰ Itália)

Outro dado que reforça ainda mais a diferença na experiência entre os grupos é o tempo desde a adoção da metodologia. Na amostra analisada, foi verificado que mais de 80% das companhias italianas adotam o Seis Sigma há três anos ou menos, enquanto que todas as empresas americanas têm mais de sete anos de experiência. Ao analisar o número de projetos executados, esta diferença fica ainda mais evidente, já que entre as italianas, a companhia mais experiente executou somente 50 projetos, enquanto que entre as americanas este número alcança a surpreendente quantia de 21.000 projetos!

Finalmente, ao confrontar as reduções de gastos obtidas pelos dois grupos graças à metodologia Seis Sigma, o grupo americano atinge uma poupança anual média sobre vendas igual a 9.19% em média, enquanto este valor para o grupo italiano é apenas 0.15%.

Levando em conta todas estas diferenças, o grupo composto pelas americanas foi considerado como o melhor em classe, ou seja, o padrão a ser seguido. Esta consideração foi necessária para dar prosseguimento ao *benchmark*.

Tendo isto em mente, apresentar-se-á as principais diferenças identificadas entre os processos usados na seleção de projetos Seis Sigma entre os dois grupos.

Analisando primeiro as fontes de idéias para potenciais projetos Seis Sigma, verifica-se que os americanos tendem a usar com mais freqüência as fontes: desenvolvimentos tecnológicos, redução de desperdício e clientes (as lacunas estão listadas da maior para a menor). No entanto, quando se analisa o gráfico que mostra a importância dada a cada fonte, a única lacuna que continua bastante evidente é redução de desperdício. Além disso, as empresas americanas tendem a usar um número muito maior de fontes diferentes simultaneamente do que as italianas.

Algo que vai contra o que diz a teoria, é que ambos os grupos tendem a dar pouca importância ao uso de clientes e de funcionários como fontes de idéias. Nos livros, a maioria dos autores diz que estas duas fontes estão entre as principais a serem usadas. De acordo com os dados, apesar de estas fontes apresentarem uma freqüência de uso razoavelmente alta, não apresentam uma importância alta.

O próximo passo do processo considerou as ferramentas usadas para a identificação de potenciais projetos Seis Sigma. Aqui as principais lacunas com relação à freqüência de uso estavam nas ferramentas: árvore CTQ, QFD, fluxograma e *focus group*. Analisando a importância dada para as ferramentas, os *gaps* que ainda eram notáveis eram: árvore CTQ e

QFD. Além disso, as companhias americanas tendem a usar um número maior de ferramentas para identificação de projetos potenciais.

Ainda em relação às ferramentas usadas para identificar potenciais projetos Seis Sigma, tanto na análise de frequência quanto na análise de importância, *brainstorming* foi a ferramenta que atingiu a melhor classificação. Isso mostra que as empresas tendem a usar ferramentas mais conhecidas e de fácil aplicação.

Com relação aos critérios usados para priorizar os projetos Seis Sigma, é possível ver que em média as companhias americanas dão mais importância a todos os critérios listados. No entanto, em ambos os grupos os critérios considerados mais importantes foram os mesmos: impacto financeiro, conectado à estratégia empresarial, e mensurável e factível. Isso mostra que os dois grupos já estão bem alinhados neste quesito. As únicas lacunas significantes estavam no empenho da alta administração e tempo de retorno curto.

Vale à pena lembrar que uma maior importância foi dada ao critério impacto financeiro do que ao critério tempo de retorno curto. Isto talvez indique que entre as companhias da amostra, existe um maior interesse em obter um retorno mais significativo em um prazo mais longo, do que simplesmente escolher o projeto que gere retornos mais rápidos.

Para priorizar os projetos Seis Sigma, diferentes ferramentas podem ser usadas. Neste caso os principais *gaps* encontrados entre os dois grupos, em relação à frequência de uso, estavam as ferramentas: matriz de causa e efeito, consenso de grupo e AHP. Porém, ao analisar o gráfico com as importâncias, apenas matriz de causa e efeito e AHP ainda apresentam uma lacuna maior.

Outro *gap* que também foi evidenciada na análise foi em relação ao uso de análise de custo-benefício. Neste caso, porém, foram os italianos que se sobressaíram, usando com maior frequência e dando maior importância a esta ferramenta.

Em todo caso, também foi verificado que os americanos usam simultaneamente mais ferramentas para priorizar os projetos, enquanto que os italianos dão uma importância alta apenas para análise de custo-benefício. Assim, uma sugestão seria para os italianos usarem mais ferramentas ao mesmo tempo de forma sinérgica.

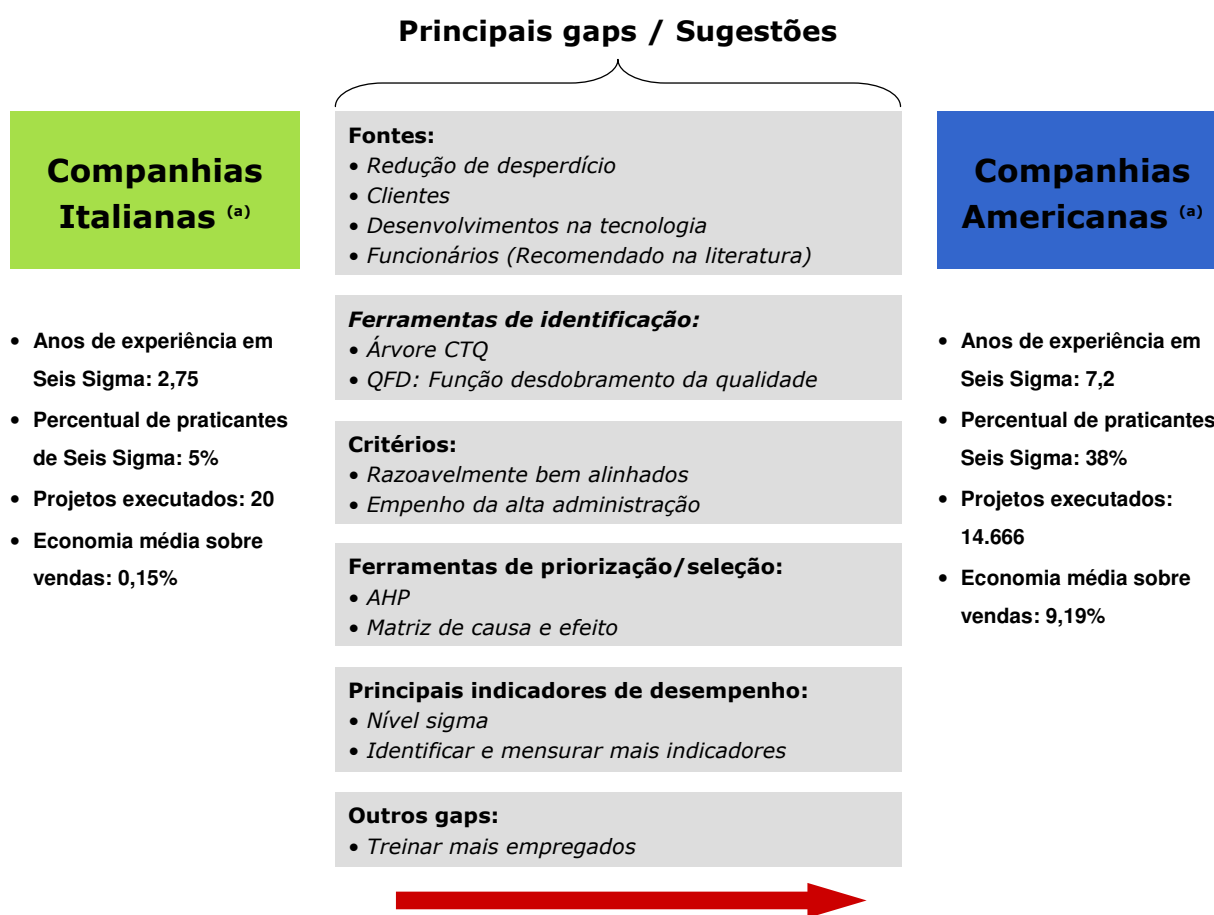
Em relação ao uso de análise de custo-benefício, pode-se dizer que há um forte descompasso entre a teoria e a prática, já que apenas um dos livros sobre Seis Sigma pesquisados mencionava o uso desta ferramenta (PYZDEK, 2003), enquanto que praticamente todas as empresas fazem uso de tal ferramenta. Sendo assim, este trabalho também serve para encorajar futuros escritores a dar maior ênfase a esta ferramenta tão usada na prática.

Finalmente, foi pedido às companhias que ticassem quais eram os principais indicadores de desempenho que usavam para medir os resultados obtidos com os projetos Seis Sigma. Foi verificado, que em média as companhias americanas usam 6.6 indicadores de desempenho diferentes simultaneamente, enquanto a italianas usam apenas 4.

Mesmo quando se comparam as empresas que pertencem apenas ao setor industrial, pode-se ver que as italianas medem menos resultados do que as americanas. Por exemplo, nenhuma das empresas italianas mede o nível sigma dos processos ou o nível de estoque, enquanto que entre as americanas estes valores são, respectivamente, 40% e 80%.

Algo notável também é que as companhias se mostram incoerentes quando dizem considerar impacto no cliente como um critério importante, porém não medem a variação da satisfação do cliente. Apenas 36 % das companhias medem este indicador, enquanto que quase 73% delas afirmam considerar este critério no mínimo mediantemente importante.

A figura a seguir busca ilustrar e resumir o que foi explicada nesta conclusão, buscando realçar as principais sugestões das lacunas a serem preenchidas pelas companhias italianas de forma a melhorarem o processo em questão.



(a) Os dados se referem às médias dentro de cada grupo

Figura 8-1: Principais gaps

8.2 Extensões do estudo

Como foi mencionado anteriormente, este estudo foi realizado com PME italianas, pois o autor deste trabalho estava estudando no *Politecnico di Milano* na época. Logo, o acesso às companhias locais era muito mais fácil. Com relação às empresas americanas, o acesso foi possibilitado através de professores, familiares e amigos que tinham contatos com as empresas analisadas.

Uma das primeiras sugestões de extensão deste trabalho seria realizar a mesma pesquisa com empresas brasileiras. Bastaria traduzir a pesquisa que está em anexo e enviá-la para o maior número de companhias. Isso permitira visualizar como que as empresas aqui realizam o processo de seleção em relação às companhias americanas e italianas.

Outra sugestão seria realizar este estudo comparando empresas do setor industrial contra empresas do setor de serviços. Tal estudo permitira visualizar se estes dois setores apresentam métodos muito distintos entre si, e como um poderia aprender com o outro.

Além disso, baseando-se nos resultados obtidos até o momento, as opções de resposta para cada uma das perguntas (fontes usadas, ferramentas de identificação, critérios, ferramentas de seleção) podem ser atualizadas. As opções que apresentaram pouquíssimo uso poderiam ser retiradas, e as que foram indicadas pelas empresas poderiam ser acrescentadas.

Enfim, muitas novas pesquisas podem ser feitas para estender o conhecimento sobre a fase de seleção e identificação de projetos Seis Sigma, a qual é uma fase de extrema importância.

8.3 Principais dificuldades encontradas

Ao longo da execução deste trabalho foram encontradas muitas dificuldades que tiveram que ser vencidas. Este último subcapítulo aborda os principais problemas enfrentados de forma bastante resumida.

Pode parecer simples, mas desenvolver um questionário é uma tarefa muito difícil. A principal dificuldade é organizá-lo de certo modo que todos os respondentes o entendam de forma clara e sem ambigüidades, e que ao mesmo tempo sintam motivação para preenchê-lo de forma correta até o fim. As perguntas que são feitas e os diversos modos em que elas podem ser escritas são de grande importância e podem influenciar nos resultados.

Até mesmo depois de revisar o questionário muitas vezes e testá-lo com muitos voluntários para ver se havia problemas e se era totalmente compreensível, ainda houve um número significativo de respondentes que tiveram dificuldades ou não entenderam corretamente algumas perguntas. A consequência principal é que se desperdiça um tempo precioso contatando os respondentes, conferindo as suas respostas e atualizando os dados.

Com relação às entrevistas, a parte mais difícil foi coincidir o horário disponível com o horário disponível dos entrevistados. Quando os peritos do EUA foram entrevistados isto foi especialmente problemático devido às diferenças no fuso horário. Normalmente é mais conveniente para eles concederem uma entrevista ao término do expediente deles, o que significa que na Europa já é razoavelmente tarde.

Finalmente, a maior dificuldade foi juntar uma grande quantidade de dados. Definitivamente não é fácil de convencer empresas a participarem de uma pesquisa. Até mesmo quando elas estão dispostas a participar, é comum que elas já estejam ocupadas com outros assuntos importantes e eventualmente acabam se esquecendo do questionário. Outras vezes, as empresas podem ter muito receio com relação a fornecer informações confidenciais e acabam respondendo só uma fração do questionário, ou até mesmo se recusando a respondê-lo.

Para evitar tais problemas, foi preparada uma carta que explicava os objetivos do trabalho, enfatizando o que cada empresa teria a ganhar caso participasse da pesquisa, e também deixando claro que todo o cuidado seria tomado para evitar problemas de confidencialidade. Esta carta pode ser vista no apêndice.

No fim, foi possível juntar dados suficientes para se realizar a análise, mas, obviamente, uma quantidade maior de dados e uma maior precisão nas respostas teriam sido bem-vindas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C.; GUPTA, P.; WILSON, C. Six Sigma Deployment. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, Oxford, 2003.

ANTONY, J; FERGUSON, C. Six Sigma in the software industry: results from a pilot study. *Managerial Auditing Journal*, vol. 19, n. 8, p. 1025-1032, 2004.

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

BAGNOLI, A. C.; BELMONTE, I. Six Sigma Project Selection: A process functional benchmark. 2008. 170 p. Tesi di Laurea (Graduação) – Politecnico di Milano, Milão, 2008.

BANUELAS, R.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. *The TQM Magazine*, vol. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

BANUELAS, R. et al. Selection of six sigma projects in the UK. *The TQM Magazine*, vol. 18, n. 5, p. 514-527, 2006.

BASU, R.; WRIGHT, N. Quality Beyond Six Sigma. Burlington, MA: Elsevier Publishers, 2003 .

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

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

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

Criteria for Performance Excellence - Malcolm Baldrige Award, 2008.

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

- EHIE, I; SHEU, C. Integrating six sigma and theory of constraints for continuous improvement: a case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 16 n. 5, p. 542-553, 2004.
- GEORGE, L. M. 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., 2003.
- GOH, T. N. A strategic assessment of six sigma. *Quality and reliability engineering international*, vol. 18, p. 403-410, 2002.
- GOLDRATT, E.M. Computerized shop floor scheduling. *International Journal of Production Research*, vol. 26 n. 3, p. 443-455, 1988.
- GUPTA, P. Six Sigma Business Scorecard Ensuring Performance for Profit. New York, NY: McGraw-Hill, 2004.
- HARRY, M; SCHROEDER, R. Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. New York, NY: Doubleday Currency, 2000.
- HOERL, R.W. Six sigma black belts: what do they need to know?. *Journal of Quality Technology*, vol. 33, n. 4, p. 391-406, 2001.
- KIM, S.; MABIN, V. J.; DAVIES, J. The theory of constraints thinking processes retrospect and prospect. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 28, n. 2, p. 155-184, 2008.
- LARSON, A. Demystifying Six Sigma A Company-Wide Approach to Continuous Improvement. New York, NY: American Management Association, 2003.
- MCADAM, R.; LAFFERTY, B. A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change?. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 24, n. 5, p. 530-549, 2004.
- NATH, P.; MRINALINI, N. Benchmarking the best practices of non-corporate R&D organizations. *Benchmarking: An International Journal*, vol. 7, n. 2, 2000, p. 86-97, 2000.

OSBORN, A.F. Applied imagination: Principles and procedures of creative problem solving, 3rd Revised Edition. New York, NY: Charles Scribner's Sons, 1963.

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

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

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

PYZDEK, T. 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., 2003.

PZYDEK, T. 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., 2003.

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

ROSENBLOOM, E. A probabilistic interpretation of the final rankings in AHP. *European Journal of Operational Research*, vol. 92 n. 2, p. 371-378, 1996.

SCOTT, M. 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, 2002.

SETIJONO, D.; DAHLGAARD, J. J. Selecting Improvement Projects that Add Value to Customers. http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn_nbn_se_vxu_diva-1980-2__fulltext.pdf. (não datado)

SHAHIN, A. Quality Function Deployment: A Comprehensive Review. <http://www.dci.ir/ravabet/f/shahin.pdf>, não datado.

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

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

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

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

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

TAQUE, N. R. The Quality Toolbox, Second Edition. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2005.

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

APÊNDICE A - 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)	_____	_____	_____
-----------------------------------	-------	-------	-------

APÊNDICE B - CARTA ENVIADA ÀS EMPRESAS

Dear Sir or Madam,

We are Master students at the Politenico di Milano and at the Escola Politécnica da Universidade de Sao Paulo, and alongside Professor Alessandro Brun PhD, we are conducting a **research on Six Sigma Project Selection**. In order to carry out this research we have prepared a brief questionnaire with which we expect to obtain some of the following results:

- Most frequently used methodology
- Discrepancies between different selection processes

We already have a handful of companies participating in this survey and **we would greatly appreciate your participation**. The questionnaire consists mainly of closed-end questions and just a few open-ended ones regarding Six Sigma implementation in the company, identification and prioritization of Six Sigma projects, and post-project evaluations.

It takes only about 20 minutes to fill out the questionnaire.

Needless to say, all data will be treated in strict confidence, and no information about your company shall be published without your express written consent. The results will either be shown in an aggregate form to maintain anonymity, or shown using symbols to allow each company to recognize only its own position.

After we have completed the data gathering and analysis, **we will provide you with a copy of the report summarizing the main results**.

We would kindly ask you to submit the questionnaire via e-mail until the **6th of June**.

Should you have any doubts regarding the survey or how to answer the questionnaire, don't hesitate to contact us.

Thank you for your time and cooperation.

Yours faithfully,

Alexandre Cunha Bagnoli

Email: alexandre.cunha@mail.polimi.it

Italo Belmonte

Email: italo.belmonte@usp.com.br

Alessandro Brun

Email: brun@mip.polimi.it

APÊNDICE C - TESTE DE CRONBACH

Results for: CRONBACH.MTW

Item Analysis of Customer imp, Financial im, Top manageme, Measureable , ...

Correlation Matrix

	Customer impact	Financial impact	Top management c
Financial impact	0.416		
Top management c	-0.163	0.135	
Measureable and	0.000	0.000	0.137
Short payback ti	0.665	0.507	0.557
Project duration	0.464	0.129	0.206
Learning and gro	-0.179	-0.695	0.245
Connected to bus	0.094	0.157	0.533
Motivation	0.499	0.507	0.503

	Measureable and	Short payback ti	Project duration
Short payback ti	0.089		
Project duration	-0.012	0.602	
Learning and gro	0.110	-0.036	0.210
Connected to bus	-0.029	0.557	0.483
Motivation	-0.166	0.834	0.704

	Learning and gro	Connected to bus
Connected to bus	0.243	
Motivation	-0.274	0.557

Cell Contents: Pearson correlation

Item and Total Statistics

Variable	Total Count	Mean	StDev
Customer impact	10	2.000	0.943
Financial impact	10	3.500	0.850
Top management commitment	10	2.100	1.449
Measureable and feasible	10	2.800	1.229
Short payback time	10	1.700	1.418
Project duration	10	1.900	1.524
Learning and growth	10	1.800	1.317
Connected to business strategy	10	3.300	1.252
Motivation	10	1.700	1.418
Total	10	20.800	6.713

Cronbach's Alpha = 0.7539

Omitted Item Statistics

Omitted Variable	Adj. Total Mean	Adj. Total StDev	Adj. Item-Total Corr	Squared Multiple Corr
Customer impact	18.800	6.303	0.3739	0.9662
Financial impact	17.300	6.464	0.2326	0.9792
Top management commitment	18.700	5.870	0.5003	0.9920
Measureable and feasible	18.000	6.566	0.0275	0.9330
Short payback time	19.100	5.446	0.8676	0.9708
Project duration	18.900	5.646	0.6315	0.9926

Learning and growth	19.000	6.600	-0.0128	0.9958
Connected to business strategy	17.500	5.874	0.6121	0.9133
Motivation	19.100	5.626	0.7144	0.9980

	Cronbach's
Omitted Variable	Alpha
Customer impact	0.7408
Financial impact	0.7560
Top management commitment	0.7194
Measureable and feasible	0.7888
Short payback time	0.6474
Project duration	0.6931
Learning and growth	0.7983
Connected to business strategy	0.7023
Motivation	0.6787