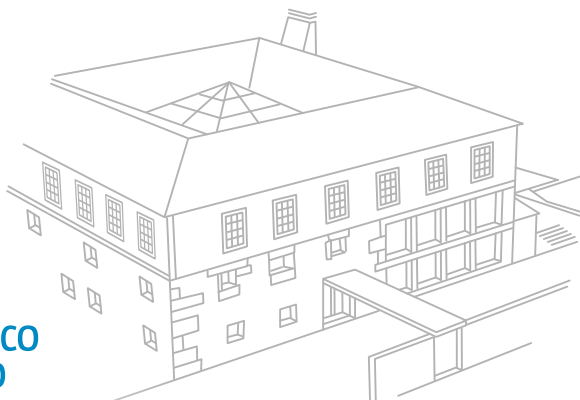


ESTGF | **POLITÉCNICO
DO PORTO**



ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

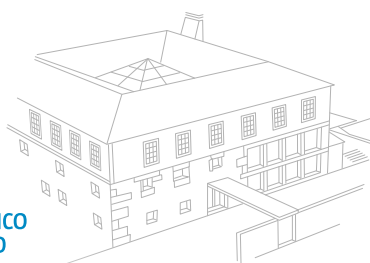
DESIGNAÇÃO DO MESTRADO

AUTOR

ORIENTADOR(ES)

ANO

www.estgf.ipp.pt



ESTGF | POLITÉCNICO
DO PORTO

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

DESIGNAÇÃO DO MESTRADO

AUTOR

ORIENTADOR(ES)

ANO

www.estgf.ipp.pt

Agradecimentos

A realização e conclusão desta tese de mestrado só se tornou possível graças à ajuda e intervenção de várias pessoas às quais aproveito este espaço para agradecer. Desta forma gostaria de agradecer em primeiro lugar aos Professores Doutores Luís Fonseca e Vanda Lima por todo o apoio e disponibilidade demonstrado ao longo da elaboração deste estudo. Muitas vezes não é fácil conciliar o trabalho, vida pessoal e coordenação de alunos, mas sempre conseguiram disponibilizar o seu tempo para apoiar esta investigação.

Em segundo lugar gostaria de agradecer a todos os respondentes do questionário online e a todas as empresas que participaram neste projeto. Sem esta colaboração não teria sido possível realizar o presente estudo.

Por último mas não menos importante, um especial obrigado a todos os amigos e familiares. Com ou sem intervenção direta no estudo ajudam sempre a manter o sorriso!

Resumo

A metodologia Seis Sigma é uma abordagem de gestão, orientada para a melhoria dos produtos, processos e serviços de uma organização, com o objetivo de reduzir continuamente defeitos e obter benefícios financeiros quantificáveis (Anand, 2006; Goh *et al.* 2003; Linderman *et al.* 2006). Existem definições de Seis Sigma mais focadas nas suas métricas, enquanto que outras mais focadas em questões metodológicas. A definição de Seis Sigma como Abordagem de Gestão abrange as restantes, pelo que será a adotada no decurso deste trabalho.

De acordo com os objetivos da sua implementação o Seis Sigma poderá ser desenvolvido através de diferentes metodologias. Caso a sua implementação seja direcionada para a melhoria da eficácia dos processos, recorre-se ao método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*), enquanto que se além da eficácia, se visa também a eficiência, aplicar-se-ão em conjunto técnicas oriundas do *Lean Management (Lean Six Sigma)*. Quando se pretende ênfase na inovação, aplicam-se as metodologias DSFSS (*Design For Six Sigma*) utilizando as metodologias DMADV (*Design, Measure, Analyse and Improve*) e IDOV (*Identify, Design, Optimize and Validate*).

Apesar de associada a grandes empresas e grandes retornos, o Seis Sigma parece ainda não ter vingado no tecido empresarial português.

Este estudo teve como principal objetivo verificar o grau de disseminação do Seis Sigma nas pequenas e médias empresas portuguesas e constatar quais as motivações que levaram à adoção ou não desta metodologia. A população alvo do estudo foi as PME Excelência 2012, tendo-se utilizado como ferramenta de recolha de dados o questionário *online*.

Através desta investigação, verificou-se que as PMEs não implementam a metodologia Seis Sigma, sendo a principal razão encontrada o desconhecimento desta metodologia por parte dos administradores e responsáveis da qualidade.

Palavras-chave: Seis Sigma; Metodologia; Ferramentas; PME Excelência 2012; Disseminação; Motivações.

Abstract

Six Sigma is a disciplined approach for dramatically reducing defects and producing measurable financial results (Anand, 2006; Goh *et al.* 2003; Linderman *et al.* 2006). There are other Six Sigma definitions some more oriented toward methodologies (e.g.) a) DMAIC-*Define, Measure, Analyze, Improve and Control for effectiveness improvements*; b) *Lean Six Sigma for effectiveness and efficiency improvements*; c) DFSS- *Design For Six Sigma using DMADV- Design, Measure, Analyze and Improve for incremental improvements and IDOV- Identify, Design, Optimize and Validate for radical improvement*). Other definitions focus on metrics like process capabilities. Six Sigma definition as a Management Approach incorporates the other definitions and will be used as the framework for this research.

Although it's associated with big companies and considerable Return on Investments (ROI), there is not enough evidence of Six Sigma utilization within Portuguese companies.

This study aimed to check the degree of spread of Six Sigma in small and medium Portuguese companies, and see what are the motivations that led to the adoption or non-adoption of this methodology. The study target population was the SME Excellence 2012 and it was used the online questionnaire as data collection tool.

Through this research, it was found that SMEs do not implement the Six Sigma methodology, been the main reason the lack of knowledge by the administrators and quality managers.

Key-words: Six Sigma; Methodology; Tools; SME Excellence 2012; Dissemination; Motivations.

Índice

1. Introdução	1
2. Objetivos, Materiais e Métodos	1
2.1. Objetivos	1
2.2. Metodologia Global da Abordagem.....	1
2.3. Materiais Utilizados	3
3. Introdução Histórica.....	4
4. Metodologia Seis Sigma.....	5
4.1. Seis Sigma como Métrica.....	5
4.3. Seis Sigma como Sistema de Gestão.....	7
5. Metodologias e Ferramentas	8
5.1. Metodologia DMAIC	8
5.1.1. Fase "Define"	8
5.1.2. Fase "Measure"	9
5.1.3. Fase "Analyse"	9
5.1.4. Fase "Improve"	10
5.1.5. Fase "Control"	11
5.2. <i>Design for Six Sigma</i> (DFSS).....	13
5.2.1. Fase 1: Identificar requisitos	13
5.2.2. Fase 2: Caracterizar o <i>design</i>	13
5.2.3. Fase 3: Otimizar o <i>design</i>	14
5.2.4. Fase 4: Validar o <i>design</i>	14
5.3. Metodologia DMADV	15
5.4. Metodologia IDOV	17
5.4.1 Fase 1: Identificar.....	17
5.4.2. Fase 2: Desenhar	17
5.4.3. Fase 3: Otimizar	18
5.4.4. Fase 4: Validar	18
5.5. Ferramentas.....	19

5.5.1. As Sete Ferramentas Básicas da Qualidade	19
5.5.2. As Sete Novas Ferramentas da Qualidade	23
5.5.3. Ferramentas Seis Sigma	27
6. Equipa Seis Sigma.....	30
6.1. Líder	30
6.2. <i>Champion</i>	30
6.3. <i>Master Black Belt</i>	31
6.4. <i>Black Belt</i>	31
6.5. <i>Green Belt</i>	31
6.6. <i>Yellow Belt</i>	32
6.7. <i>White Belt</i>	32
7. Fatores Chave para o Sucesso	34
8. Fatores de Fracasso	37
9. Pequenas e Médias Empresas (PME).....	38
9.1. PME Excelência 2012	39
10. Seis Sigma nas PMEs.....	41
10.1. Implementação do Seis Sigma nas PMEs	42
10.1.1. Fase 0 - Preparação para o Seis Sigma	45
10.1.2. Fase 1 - Preparar.....	45
10.1.3. Fase 2 - Iniciar.....	46
10.1.4. Fase 3 - Institucionalizar	48
10.1.5. Fase 4 - Sustentar	49
11. ISO 13053:2011	51
12. Resultados	53
12.1. Dados das Empresas.....	53
12.1.1. Dimensão das Empresas.....	53
12.1.2. Setor de Atividade.....	54
12.1.3. Localização Geográfica.....	55
12.1.4. Sistema de Gestão Implementado	56

12.2. Dados do Responsável pelo Preenchimento.....	57
12.2.1. Função na Empresa	58
12.2.2. Formação Académica	58
12.2.3. Nível de Conhecimento em Seis Sigma	59
12.3. O Seis Sigma é Utilizado na Sua Empresa?	60
12.4. Motivações para a Não Implementação	61
12.4.1. Motivos que Levam à Não Adoção do Seis Sigma	61
12.4.2. Intenção de Implementar o Seis Sigma	62
12.4.3. Questões de Opinião.....	63
12.5. Testes realizados	65
12.5.1. Relação Entre o Nível de Conhecimento em Seis Sigma e a Função na Empresa..	65
12.5.2. Relação Entre o Nível de Escolaridade e o Nível de Conhecimento em Seis Sigma	68
12.5.3. Relação Entre a Dimensão da Empresa e os Motivos Para a Não Implementação .	70
13. Discussão dos Resultados.....	74
14. Considerações Finais.....	79
15. Limitações do Estudo	79
16. Futuras Investigações	79
17. Bibliografia	80

Índice de Ilustrações

Ilustração 1 - Etapas da Investigação	2
Ilustração 2 - DMAIC	12
Ilustração 3 - DMADV	16
Ilustração 4 - Metodologia IDOV	18
Ilustração 5 - Histograma (Juran e Godfrey, 1998).....	20
Ilustração 6 - Diagrama Causa-Efeito (Juran e Godfrey, 1998).....	20
Ilustração 7 - Diagrama de Pareto (Juran e Godfrey, 1998).....	21
Ilustração 8 - Folha de Verificação (Juran e Godfrey, 1998)	21
Ilustração 9 - Diagrama de Dispersão (Juran e Godfrey, 1998).....	22
Ilustração 10 - Carta de Controlo (Juran e Godfrey, 1998).....	22
Ilustração 11 - Fluxograma (Juran e Godfrey, 1998)	23
Ilustração 12 - Diagrama de Afinidades (Nancy, 2004).....	24
Ilustração 13 - Diagrama de relações/inter-relações	25
Ilustração 14 - Diagrama em árvore	25
Ilustração 15 - Diagrama de matriz (Nancy, 2004)	26
Ilustração 16 - Matriz de prioridades (Teixeira e António, 2009).....	26
Ilustração 17 - Gráfico de decisão do processo (Teixeira e António, 2009)	27
Ilustração 18 - Diagrama de atividades (Teixeira e António, 2009)	27
Ilustração 19 - Árvore dos CTQ's	28
Ilustração 20 - Exemplo de tabela FMEA	28
Ilustração 21 - Matriz QFD	29
Ilustração 22 - Pirâmide Equipa Seis Sigma	33
Ilustração 23 - Metodologia de cinco fases para implementação do Seis Sigma	44
Ilustração 24 - Número de Trabalhadores	54
Ilustração 25 - Setor de Atividade.....	55
Ilustração 26 - Distribuição Geográfica PME Excelência 2012.....	55
Ilustração 27 - Localização Geográfica Respondentes.....	56
Ilustração 28 - Sistema de Gestão Implementado	57
Ilustração 29 - Outros Sistemas de Gestão.....	57
Ilustração 30 - Função na Empresa	58
Ilustração 31 - Formação Académica.....	59
Ilustração 32 - Nível de Conhecimento em Seis Sigma	60
Ilustração 33 - Implementação do Seis Sigma nas PME Excelência 2012	61
Ilustração 34 - Motivos que levam à não adoção do Seis Sigma	62
Ilustração 35 - Intenção de implementar o Seis Sigma	63

Ilustração 36 - Adequabilidade do Seis Sigma às PMEs.....	63
Ilustração 37 - Mais valia do Seis Sigma	64
Ilustração 38 - Evolução da ISO 9001 em Portugal	74

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Escala Sigma	6
Tabela 2 - Procedimento DMAIC (Pyzdek, 2003).....	11
Tabela 3 - Ferramentas DMAIC (Gupa e Sri 2012)	12
Tabela 4 - Procedimento DMADV (Pyzdek, 2003).....	15
Tabela 5 - Ferramentas DMADV (Werkema , 2005).....	15
Tabela 6 - Resumo da Análise Cruzada	65
Tabela 7 - Teste à normalidade	66
Tabela 8 - Resumo Teste de Hipóteses	66
Tabela 9 - Teste Kruskal-Wallis.....	67
Tabela 10 - Resumo da Análise Cruzada	68
Tabela 11 - Teste à normalidade	68
Tabela 14 - Resumo Teste de Hipóteses	69
Tabela 13 - Resumo da Análise Cruzada	70
Tabela 14 - Teste à normalidade	71
Tabela 15 - Resumo Teste de Hipóteses	72
Tabela 19 - Fatores que levam à não adoção do Seis Sigma (PMEs Turquia).....	76
Tabela 20 - Fatores que levam à não adoção do Seis Sigma (PMEs Reino Unido).....	77

Lista de abreviaturas

5W2H - 5 *Whys*/ 2 *Hows* (Ferramenta dos 5 "porquês" e 2 "como");

ANOVA - *Analysis of Variance*;

APCER - Associação Portuguesa de Certificação;

BPR - *Business Process Reengineering*;

CEO - *Chief Executive Officer*;

CQI - *Continuous Quality Improvement*;

CTQ - *Critical to Quality*;

CTS - *Critical to Satisfaction*;

DFSS - *Design for Six Sigma*;

DMADV - *Define, Measure, Analyze, Design, Verify*;

DMAIC - *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*;

DOE - *Design Of Experiments*;

DP - Desvio Padrão;

DPMO - *Defects Per Million Opportunities*;

EFQM - *European Foundation for Quality Management*;

EMAS - Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria;

ERP - Sistema Integrado de Gestão Empresarial;

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*;

FTA - *Fault Tree Analysis*;

HACCP - *Hazard Analysis and Critical Control Points*;

IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação;

IDOV - *Identify, Design, Optimize, Validate*;

INE - Instituto Nacional de Estatística;

IPP - Índice de Prioridade de Projetos;

ISO - *International Organization for Standardization*;

ISO/TS - *International Organization for Standardization Technical Specification*;

JUSE - Japanese Union Of Scientists and Engineers;

OSHAS - *Occupational Health e Safety Advisory Services*;

PDPC - *Process Decision Program Chart*;

PME - Pequena e Média Empresa;

QFD - *Quality Function Deployment*;

SIPOC - *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*;

SPC - *Statistical Process Control*;

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*;

TQM - *Total Quality Management*;

TRIZ - *Theory of Inventive Problem Solving*;

VOC - *Voice Of the Customer*;

1. Introdução

Apesar de ter mais de duas décadas de existência e resultados expressivos em grandes empresas, o Seis Sigma parece ainda não ter vingado no seio das pequenas e médias empresas. Essa particularidade torna-se interessante uma vez que seria espectável uma implementação em massa desta metodologia após os resultados apresentados em empresas como Motorola, General Eletrics, entre outas. Verifica-se no entanto em estudos como Andrietta e Miguel (2007), Conceição e Major (2011) e Antony J. *et al.* (2008) que o nível de implementação desta metodologia em PME's é relativamente baixo.

Em Portugal as PME's representam 99,9% do número total de empresas não financeiras, tendo assim um impacto significativo na economia do país.

A presente dissertação é uma pesquisa de carácter exploratório, tendo sido procurado responder à questão de investigação sobre qual o grau de disseminação do Seis Sigma nas PME's portuguesas e quais as motivações que levam as empresas a adotar ou não esta metodologia.

2. Objetivos, Materiais e Métodos

2.1. Objetivos

Tendo como base os dois objetivos principais, foram definidos os seguintes objetivos específicos de investigação:

- Caracterizar as PME Excelência 2012;
- Caracterizar os inquiridos (cargo, nível de ensino, grau de conhecimento em Seis Sigma);
- Caracterizar o nível Sigma das PME's e a sua evolução;
- Caracterizar as equipas Seis Sigma;
- Apurar quais os benefícios obtidos com a implementação;
- Verificar quais as principais dificuldades atravessadas durante a implementação;
- Verificar quais as metodologias e ferramentas adotadas na implementação do Seis Sigma;

2.2. Metodologia Global da Abordagem

Segundo Gil (1991) a pesquisa exploratória tem como principal objetivo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, sendo o seu planeamento bastante flexível, possibilitando a consideração dos mais variados aspetos do facto estudado.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), o processo de pesquisa é composto por seis etapas: definição do problema; desenvolvimento da abordagem; formulação da conceção da pesquisa; recolha de dados; análise dos dados e conclusões. Estas etapas não são no entanto rígidas, podendo o autor adapta-las à sua investigação.

Esta investigação seguiu as seguintes etapas:

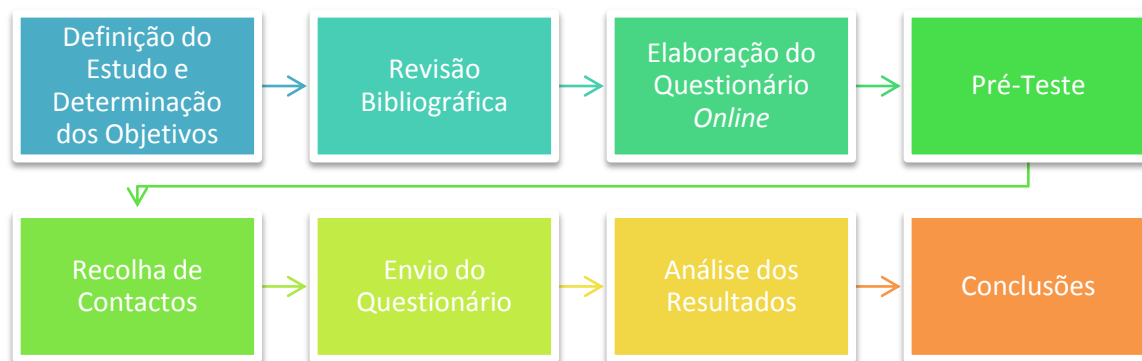


Ilustração 1 - Etapas da Investigação

Definição do estudo e determinação dos objetivos: Foi definido como objeto de estudo a metodologia Seis Sigma e a sua aplicação em PMEs, tendo-se definido as PME Excelência 2012 como população de estudo devido à sua estabilidade económica. Os objetivos foram determinados, tendo em consideração o objeto de estudo e a possível pertinência da investigação.

Revisão bibliográfica: A revisão bibliográfica foi elaborada através da pesquisa online, tendo como finalidade a compreensão integral desta metodologia e da sua aplicação às PMEs.

Elaboração do Questionário Online: O método de recolha de dados utilizado foi o questionário online. O questionário foi desenvolvido tendo como referência os questionários utilizados nos estudos de Alsmadi *et al.* (2012), Antony *et al.* (2008), Carvalho *et al.* (2007) e Antony e Banuelas (2002).

O questionário foi desenvolvido através do *software Google Docs*, sendo compostos por perguntas fechadas, utilizando escalas de *Likert* com 5 níveis de resposta e perguntas abertas. Estimou-se um tempo de preenchimento do Questionário entre os 3 e os 8 minutos. Esta variação deve-se ao número de perguntas que poderiam ser respondidas.

Pré-Teste: De forma a testar a funcionalidade desta ferramenta foi feito um pré-teste, tendo o questionário sido enviado a 21 alunos do 2º ano do Mestrado de Gestão Integrada da Qualidade Ambiente e Segurança da Escola Superior de Tecnologia de Gestão de Felgueiras. Desta forma foi possível apurar pequenos erros.

Recolha de Contactos: Após contacto com o Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação (IAPMEI), não nos foram facultados os contactos das mil trezentas e catorze PME Excelências 2012, tendo sido necessário retirar os contactos da internet.

Uma vez que nem todas as empresas tinham contactos disponíveis na internet, apenas foi possível recolher o contacto de mil cento e nove empresas. No entanto, muitos desses contactos demonstraram-se obsoletos e inoperacionais, não sendo possível quantificar quantas empresas realmente receberam o questionário.

Envio do Questionário Online: O questionário foi enviado via email no dia 26 de Junho de 2014, tendo ficado disponível para preenchimento até dia 26 de Agosto de 2014. De acordo com Aaker *et al.* (2007) a recolha de dados através de questionários enviados via *email* pode apresentar algumas vantagens:

- Os questionários podem ser enviados com rapidez as vezes que for necessário;
- A velocidade de resposta é alta;
- O questionário pode ser respondido de acordo com o tempo e disponibilidade do entrevistado;

Foram obtidas 62 respostas.

Análise dos Resultados: Para a análise dos resultados foram utilizados os *softwares* Microsoft Excel 2007 e o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) Versão 22.

Conclusões: Através da análise estatística e da elaboração de testes de hipóteses foram retiradas as conclusões da presente investigação.

2.3. Materiais Utilizados

Para a presente investigação foi utilizado o questionário *online* com meio de recolha de dados. O questionário era composto por quatro secções apresentando perguntas abertas e fechadas para que desta forma se recolhesse toda a informação necessária para a investigação.

O questionário encontra-se no ANEXO I.

3. Introdução Histórica

A abordagem Seis Sigma nasce com base no trabalho de W. Edward Deming com empresas Japonesas nos anos de 1950 a 1970 (McCarty *et al.*, 2004). Edward Deming tinha fortes bases estatísticas, utilizando métodos estatísticos na análise da variação dos processos. A variação dos processos tornou-se assim para Deming um indicador da qualidade dos processos.

Criou-se então o conceito de SPC (*Statistical Process Control*) também conhecido como Controlo Estatístico do Processo, sendo uma ferramenta preciosa para os profissionais da qualidade, podendo estes, através desta ferramenta, verificar se o processo estava "sob controlo".

Em 1980, Bill Smith, engenheiro da Motorola, começa a trabalhar segundo os conceitos de Deming, encorajando a organização a reduzir os níveis de variabilidade como forma de melhor a performance da empresa (McCarty *et al.*, 2004). Assim surge na Motorola um novo modelo de gestão, com o objetivo de dar resposta à necessidade aumentar a competitividade nos mercados. Esse modelo é denominado de "*Six Sigma*" tendo como fundador Bill Smith.

O êxito da Motorola com o Seis Sigma foi alcançado sob a liderança inovadora de Bob Galvin, e o planeamento estratégico e inovação em produtos sob a direção de George Fisher (Gupta e Sri, 2012). Como resultados, a Motorola atinge uma considerável redução de defeitos e custos na ordem dos 1,4 biliões de dólares (McCarty *et al.*, 2004).

Devido ao sucesso associado ao programa, em 1988 a Motorola recebe o prémio *Malcon Baldrige Quality Award*, divulgando assim o Seis Sigma no seio empresarial como fator de sucesso.

O Seis Sigma irá ganhar uma maior projeção quando em 1996 o presidente executivo Jack Welch da empresa General Eletric se propõe a atingir o nível 6 sigma em todos os processos da sua empresa. O resultado obtido pela General Eletric, eleva a notoriedade do Seis Sigma, conseguindo esta uma redução de custos de 900 milhões de dólares em dois anos (Barone e Franco, 2012).

Nas últimas décadas, empresas como *Ford*, *Allied Signal*, *Sony*, *Kodak*, *Texas Instruments* têm implementado esta metodologia, entre as quais também se encontram empresas portuguesas, tal como afirmam Conceição e Major (2011).

4. Metodologia Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma é uma abordagem de gestão, orientada para a melhoria dos produtos, processos e serviços de uma organização, com o objetivo de reduzir continuamente defeitos. O principal objetivo é obter um nível de erro próximo do zero, através do controlo e redução da variabilidade, atingindo o nível teórico de 3,4 defeitos por milhões de oportunidade (DPMO).

É uma metodologia fortemente ligada à satisfação do cliente e ao cumprimento dos seus requisitos.

Existem várias definições de Seis Sigma. Linderman *et al.* (2003) define o Seis Sigma como "Um método sistemático e organizado para obter a melhoria estratégica de processos e desenvolvimento de novos produtos e serviços, baseado em métodos estatísticos e científicos que reduzem drasticamente a taxa de defeitos". O Seis Sigma também pode ser definido como "Uma abordagem disciplinada baseada em dados para a eliminação de defeitos em qualquer processo, desde o fabrico à transação, desde o produto ao serviço" (isixsigma: 24/02/2014) ou "Um método que fornece ferramentas às organizações para estas melhorarem a capacidade dos seus processos de negócio" (ASQ: 24/02/2014).

Para a Motorola University existem três perspetivas quando se fala em Seis Sigma:

1. Seis Sigma como métrica;
2. Seis Sigma como metodologia;
3. Seis Sigma como sistema de gestão;

4.1. Seis Sigma como Métrica

Do ponto de vista estatístico, o sigma advém da medida de variabilidade conhecida como desvio padrão, sendo esta medida representada pela letra grega sigma (σ). É utilizada a medida sigma para medir a qualidade, uma vez que esta medida reflete o grau de controlo sobre o processo para atender o padrão de desempenho estabelecido para o mesmo processo (McCarty *et al.*, 2004).

Segundo Antony e Banuelas (2002), estatisticamente o termo Seis Sigma pode ser definido como ter menos de 3,4 DPMO ou uma taxa de sucesso de 99,9997%.

Tabela 1 - Escala Sigma

Nível Sigma (σ)	Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)	Taxa de Sucesso	Taxa de Erro
1	691 462	30,9%	69.1%
2	308 538	69.1%	30.9%
3	66 807	93,3%	6.7%
4	6 210	99,38%	0.62%
5	233	99,977%	0.023%
6	3.4	99,99966%	0.00034%

Quanto maior o nível sigma, menor será a variabilidade do processo e, por consequência, menor será a taxa de defeitos.

Ao ser uma escala universal, tal como a temperatura, o peso, a distância, a escala sigma permite-nos comparar diferentes processos ao nível da capacidade em manter os níveis de qualidade estabelecidos.

Mikel J. Harry, um dos desenvolvedores do Seis Sigma na Motorola, estimou que as empresas do mundo ocidental estariam em média num nível 4 sigma, enquanto 6 sigma não era algo incomum no Japão (McCarty *et al.*, 2004).

4.2. Seis Sigma como Metodologia

O Seis Sigma é uma metodologia de melhoria que foca a organização nos seguintes aspetos (Indiana, 2006):

- Perceber e gerir os requisitos do cliente;
- Alinhar os processos-chave de negócios para atingir esses requisitos;
- Utilizar análise de dados rigorosa para minimizar a variação dos processos;
- Conduzir um rápido e sustentável processo de melhoria;

No cerne desta metodologia está o modelo DMAIC. Originalmente descrito como um método para redução da variância, o DMAIC é aplicado na prática como uma metodologia de melhoria e de resolução de problemas (McAdam e Lafferty, 2004). DMAIC é um acrónimo para cinco fases interligadas: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar.

Quando se pretende criar produtos garantindo o nível Seis Sigma, aplicam-se as metodologias DFSS (*Design For Six Sigma*) utilizando a metodologia DMADV (*Design, Measure, Analyse and Improve*), enquanto em projetos com ênfase em inovação mais radical se recorre à metodologia IDOV (*Identify, Design, Optimize and Validate*).

A metodologia Seis Sigma não está limitada ao modelo DMAIC/DMADV. Outras técnicas de resolução de problemas e metodologias são frequentemente utilizadas no âmbito do

DMAIC/DMADV para expandir o conjunto de ferramentas disponíveis para as equipas Seis Sigma (McCarty *et al.*, 2004).

4.3. Seis Sigma como Sistema de Gestão

A metodologia Seis Sigma é muito mais do que um conjunto de métricas e ferramentas baseadas na melhoria contínua e na resolução de problemas. Quando utilizado como sistema de gestão, o Seis Sigma torna-se um sistema de alto desempenho para a execução das estratégias de negócio (University: 12/02/2014).

Segundo a Motorola University, o sistema de gestão Seis Sigma impulsiona clareza em torno da estratégia de negócio e respetivas métricas, tornando mais fácil o impulsionamento da melhoria contínua, e é quando implementado como sistema de gestão que a empresa realmente sente o seu grandioso impacto (McCarty *et al.*, 2004).

Este modelo de gestão, tal como referido por Harry e Schoeder (2000), embora originalmente aplicado no ramo industrial, hoje em dia, é também adotado pelas empresas de serviços, como bancos, seguradoras, hospitais e instituições de ensino como meio para atingir a perfeição do desempenho e a satisfação dos clientes.

5. Metodologias e Ferramentas

Para alguns autores como Werkema C. (2002), o Seis Sigma não veio acrescentar nada de novo ao portefólio de ferramentas e metodologias da qualidade, uma vez que as ferramentas e metodologias utilizadas já eram conhecidas e empregues para a eliminação de defeitos. É a sua forma de implementação que justifica o seu sucesso.

Para Anbari (2002) o sucesso do Seis Sigma prende-se com o facto de esta abordagem ser mais abrangente do que anteriores abordagens da qualidade, tais como Gestão da Qualidade Total (TQM) e Melhoria Contínua da Qualidade (CQI).

5.1. Metodologia DMAIC

Originalmente descrito como um método para redução da variância, o DMAIC é aplicado na prática como uma metodologia de melhoria e de resolução de problemas (McAdam e Lafferty, 2004). Esta metodologia é utilizada quando o objetivo do projeto pode ser alcançado através da melhoria de um produto, processo ou serviço já existente (Pyzdek, 2003).

Poder-se-á definir DMAIC como uma metodologia sistemática de melhoria contínua, utilizada para melhorar processos existentes através da eliminação de etapas ou métodos que não acrescentem valor ao processo ou produto, aumentando assim a produtividade e rentabilidade.

DMAIC é um acrónimo para cinco fases interligadas: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Esta é a metodologia mais referenciada na literatura do Seis Sigma, uma vez que a maioria das empresas aplica o Seis Sigma a processos e produtos já existentes.

5.1.1. Fase "Define"

Esta fase tem como objetivo principal definir o projeto de melhoria e seus objetivos (Pyzdek, 2003). Também são objetivos desta fase (ISO 13053-2:2011):

- Identificar os requisitos e expectativas dos *stakeholders*;
- Identificar a "voz do cliente";
- Selecionar a equipa do projeto Seis Sigma;
- Desenvolver o mapa do processo;
- Criar o *project charter*;

A definição do projeto deve indicar a descrição do problema e o seu impacto financeiro. A definição de objetivos deve ser clara e quantificável, tanto em termos operacionais como financeiros (ISO 13053-1:2011).

De forma a garantir o sucesso desta fase devem ser definidas várias etapas com diferentes objetivos. Desta maneira, garantir-se-á que nada é esquecido, criando-se um projeto Seis Sigma consistente.

A Norma Internacional ISO 13053-2:2011 sugere 3 passos a seguir durante esta fase:

1. Identificar os clientes e *stakeholders*, entender as suas exigências e traduzi-las em requisitos mensuráveis. Definir objetivos de melhoria.
2. Definir e estabelecer os objetivos da equipa Seis Sigma para com o projeto: prazos, restrições, riscos, retorno sobre o investimento, as competências e o escopo do projeto.
3. Caracterizar a atividade ou processo.

5.1.2. Fase "Measure"

O objetivo desta fase é desenvolver um plano de recolha de dados, com a finalidade de obter os dados necessários à execução do projeto Seis Sigma. Esta é a fase onde devem ser recolhidos todos os dados sobre as variáveis que possam influenciar o problema.

Antes de iniciar a recolha de dados, deve ser feita a medição da eficácia dos processos/procedimentos de medição (ISO 13053-1:2011), só assim poderemos garantir que os dados são fidedignos. Todos os sistemas de medição deverão ser capazes de fornecer dados com precisão e repetibilidade.

A Norma ISO 13053-2:2011 define sete passos a seguir ao longo desta fase:

1. Selecionar através dos requisitos mensuráveis (Y) uma ou mais variáveis críticas (X) para melhorar;
2. Definir quais os dados a recolher a fim de identificar as variáveis para a variação dos processos (X);
3. Verificar a adequação das métricas selecionadas;
4. Desenvolver um plano de recolha de dados estratificados (X e Y);
5. Compreender e validar os dados;
6. Medir a capacidade e/ou desempenho do processo;
7. Confirmar ou reajustar os objetivos de melhoria.

5.1.3. Fase "Analyse"

O objetivo principal da fase de análise é identificar as lacunas entre as metas de desempenho definidas e o desempenho atual, descortinando as fontes profundas de variação e priorizando as ações de melhoria. A norma ISO 13053-2:2011 define também como objetivos:

- Identificação de desperdícios;

- Identificação de impactos ambientais e sociais negativos;
- Selecionar e classificar as variáveis chave do processo;
- Estabelecer relações entre os X's e os Y's;
- Validar a variável (X) que afeta a variável (Y).

Os resultados obtidos na fase anterior poderão alterar a compreensão do problema e levar a uma redefinição dos objetivos e/ou a uma redefinição do projeto (ISO 13053-1:2011).

São definidos pela Norma ISO 13053-2:2011 quatro passos para esta fase do DMAIC:

1. Analisar o processo e identificar atividades não agregadoras de valor ou atividades que precisem ser melhoradas;
2. Criar um gráfico de potenciais ligações entre os X e os Y;
3. Quantificar o impacto das principais variáveis dos processos e das suas potenciais interações;
4. Utilizar um abordagem experimental para encontrar novos fatores, reavaliando o impacto das variáveis-chave no processo.

5.1.4. Fase "Improve"

A finalidade desta fase é estabelecer a melhoria do processo. Nesta fase são identificadas e implementadas soluções para a melhoria da capacidade e performance do processo. A Norma ISO 13053-2:2011 estabelece como objetivos desta fase:

- Identificar as soluções;
- Planear e desenvolver um teste piloto;
- Implementar as soluções selecionadas.

De forma a garantirmos o sucesso desta fase, são definidos os seguintes passos (ISO 13053-2:2011):

1. Determinar o alvo do processo;
2. Gerar soluções;
3. Testar as soluções apresentadas;
4. Avaliar os riscos;
5. Selecionar a solução;
6. Organizar a implementação da solução;
7. Implementar as soluções.

5.1.5. Fase "Control"

Esta fase tem como objetivo garantir a eficácia e manutenção das melhorias implementadas. A sua eficácia deve ser confirmada através de uma nova recolha de dados. Esta fase tem também como objetivos (ISO 13053-2:2011):

- Rever, verificar e validar as melhorias implementadas;
- Preservar os benefícios atingidos;
- Institucionalizar as melhorias;
- Dar reconhecimento à equipa Seis Sigma.

Após a conclusão do projeto deve ser entregue ao *Sponsor* os resultados do processo de melhoria. Todos os detalhes, factos ou outras informações assimiladas durante a execução do projeto devem ser registadas e transmitidas a outras áreas onde possam ser aplicadas (ISO 13053-1:2011). Deve ser escrito um relatório final do projeto, sendo este distribuído às partes interessadas (ISO 13053-1:2011).

São definidos os seguintes passos para o sucesso da fase *Control* (ISO 13053-2:2011):

1. Atualizar o plano de controlo;
2. Documentar as atividades de melhoria;
3. Implementar sistemas de monitorização das soluções implementadas;
4. Verificar novamente a efetividade e eficiência da melhoria implementada;
5. Divulgar as "lições aprendidas";
6. Institucionalizar as melhorias;
7. Encerramento do projeto e celebração.

As cinco etapas do processo DMAIC e as ferramentas utilizadas são sistematizadas nas Tabelas 2 e 3 respetivamente.

Tabela 2 - Procedimento DMAIC (Pyzdek, 2003)

DMAIC	
D	Definir (<i>Define</i>) - Definir os objetivos da atividade de melhoria. Os objetivos são obtidos através da comunicação direta com clientes, acionistas e funcionários.
M	Medir (<i>Mesure</i>) - Medir o sistema existente. Estabelecer métricas válidas e confiáveis para ajudar a monitorar o progresso em direção à meta definida na etapa anterior.
A	Analisar (<i>Analyse</i>) - Análise profunda dos dados recolhidos na etapa anterior com o objetivo de identificar e eliminar a lacuna entre o desempenho atual do sistema ou processo e a meta desejada.
I	Melhorar (<i>Improve</i>) - Melhorar o sistema, encontrando novas formas de fazer melhor, mais barato, ou mais rápido.

C	Controlar (<i>Control</i>) - Controlar o sistema. Garantir que as melhorias alcançadas se mantenham ao longo do tempo.
---	--

Tabela 3 - Ferramentas DMAIC (Gupa e Sri 2012)

DMAIC	
D	Pareto, Mapas de Processos, Análise de Kano, SIPOC, CTQ, Gráfico de Projeto;
M	Custo da Qualidade, DPMO, Nível Sigma, Média, Nível, Desvio Padrão;
A	Análise Causa-Raiz; FMEA, Gráfico de Dispersão, Correlação Visual;
I	Experiências Comparativas e Fatoriais Completas;
C	Pensamento Sobre o Processo (modelo 4P), Revisão, Gráficos de Controlo, <i>Balance Scorecard</i> ;

Pode-se definir como pontos-chave do DMAIC (Dashöfer e Verlag, 2009):

1. Medir o problema. É necessário ter uma noção exata dos defeitos produzidos e dos custos associados;
2. Foco no cliente. As necessidades e requisitos do cliente são fundamentais e devem-se ter sempre em consideração;
3. Verificar a origem dos problemas. É essencial chegar à razão fundamental ou raiz dos problemas, evitando ficar apenas pelos sintomas;
4. Acabar com os maus hábitos. Uma mudança real requer soluções criativas;
5. Gerir os riscos. A verificação e o aperfeiçoamento das soluções é fundamental para a melhoria;
6. Medir os resultados. O seguimento de qualquer solução é verificar o seu impacto real;
7. Manter a mudança. A chave final é conseguir que a mudança perdure.



Ilustração 2 - DMAIC

Fonte: <http://www.knowcrazy.com/2013/01/dmaic.html#.U877mE1OXxM>

5.2. *Design for Six Sigma (DFSS)*

Segundo Hockman (2001) e Paul (1996), 70% a 80% dos problemas relacionados com a qualidade, advêm de causas ligadas ao *design* (Indiana, 2006). Estas traduzem-se em erros ou falhas que acontecem antes da concretização do produto ou processo, são erros que ocorreram na sua idealização. Existe assim a necessidade de garantir a perfeição desde a génese dos produtos e processos, de forma a minimizar ao máximo os gastos ligados à qualidade.

Tendo em consideração a minimização dos custos ligados à qualidade, surge o conceito *Design for Six Sigma*. Segundo Yang e El-Haik (2003) o DFSS tem como principal objetivo garantir desde logo o correto *design*, antecipando quaisquer vulnerabilidades e problemas que poderão existir no produto ou processo.

De acordo com Yang e El-Haik (2003) existem quatro fases ligadas ao DFSS:

1. Identificar requisitos;
2. Caracterizar o *design*;
3. Otimizar o *design*;
4. Validar o *design*;

5.2.1. Fase 1: Identificar requisitos

Para a construção de qualquer produto ou processo é necessário conhecer os requisitos inerentes. Só desta forma conseguiremos garantir a qualidade dos mesmos. Esta fase assemelha-se à fase *Define* da metodologia DMAIC, sendo que Yang e El-Haik (2003) consideram que esta é composta por dois passos:

1. Criar o *project charter*;
2. Identificar as necessidades dos clientes e do próprio negócio.

5.2.2. Fase 2: Caracterizar o *design*

Esta fase tem como objetivo traduzir as necessidades encontradas (requisitos do cliente, requisitos dos *stakeholders*) encontrando as melhores práticas, o "melhor *design*", para executar as tais necessidades. Os autores consideram que esta fase é composta por três passos:

1. Traduzir os requisitos dos clientes (CTSs) em requisitos dos produtos/processos;
2. Criar alternativas de *design* para os produtos/processos;
3. Avaliar as alternativas criadas.

5.2.3. Fase 3: Otimizar o *design*

Esta fase tem como finalidade otimizar o novo *design* de produto/processo de forma a que este atinja um nível Seis Sigma. Será assim necessário testar o novo *design* e todos os seus requisitos de funcionais de forma a garantir que este se situa no nível Seis Sigma. Caso o *design* produto/processo não atinja o nível Seis Sigma, dever-se-á repetir novamente a fase 1, 2 e 3 até que o nível Seis Sigma seja atingido.

Nesta fase deverão ser utilizadas ferramentas de simulação e realizados testes (*design of experiments*) para uma garantia fidedigna da qualidade do produto/processo. Nesta fase não deverão ser realizados testes piloto, uma vez que estes envolvem elevados custos. Nesta fase apenas se deverá seleccionar o melhor *design*.

5.2.4. Fase 4: Validar o *design*

Após a seleção do melhor *design* dar-se-á início à validação do mesmo. Esta fase é, segundo os autores, composta por três etapas:

1. Teste piloto;
2. Validação e controlo do processo;
3. Lançamento do novo produto/processo.

Várias metodologias estão associadas ao DFSS. Nesta tese apenas será dada relevância a duas metodologias, sendo elas a metodologia DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design, Verify*) e a metodologia IDOV (*Identify, Design, Optimize, Validate*).

5.3. Metodologia DMADV

Esta metodologia, tal como a metodologia DMAIC, têm como base o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), originalmente desenvolvido na década de 1930, nos laboratórios da *Bell Laboratories* pelo estatístico Walter A. Shewhart e posteriormente popularizado por Edwards Deming na década de 1950 (Nascimento, 2011).

A metodologia DMADV (Definir, Medir, Analisar, Desenhar, Verificar) deve ser utilizada quando (Indiana, 2006):

- Um novo produto ou processo necessita ser desenvolvido;
- O produto ou processo existente foi otimizado, no entanto ainda não satisfaz o nível de especificação do cliente ou o nível Seis Sigma.

A Tabela 4 resume as cinco etapas do processo DMADV, tendo cada etapa um objetivo específico, sendo que o objetivo final é a idealização de um processo ou produto que atinja o nível Seis Sigma.

Tabela 4 - Procedimento DMADV (Pyzdek, 2003)

DMADV	
D	Definir (<i>Define</i>) - Definir os objetivos da atividade de <i>design</i> . O que é que vai ser projetado? Por quê?
M	Medir (<i>Mesure</i>) - Determinar os CTQ's das partes interessadas. Traduzir necessidades dos clientes em objetivos do projeto.
A	Analisar (<i>Analyse</i>) - Analisar as opções disponíveis para o cumprimento das metas.
D	Desenhar (<i>Design</i>) - Projetar o novo produto, serviço ou processo.
V	Verificar (<i>Verify</i>) - Verificar a eficiência do <i>Design</i> na prática.

Várias ferramentas da qualidade são utilizadas durante o processo DMADV. A tabela seguinte resume algumas das ferramentas empregadas neste processo:

Tabela 5 - Ferramentas DMADV (Werkema, 2005)

DMADV	
D	Análise de Regressão, Análise Fatorial, Diagrama de Afinidades, Diagrama de <i>Gantt</i> , <i>Project Charter</i> ;
M	Modelo de Kano, Diagrama de Afinidades, <i>Benchmarking</i> , Engenharia Reversa, TRIZ, QFD;
A	Diagrama de Matriz, Mapa de Produto, FMEA/FTA, Histograma, 5W2H, Diagrama de Árvore;
D	ANOVA, Testes Sensoriais, Cartas de Controle, Simulação, Diagrama de Processo Decisório

	(PDPC);
V	Diagrama de Afinidades, Análise Fatorial, Diagrama Matriz, Mapa de Percepção, Histogramas;

Os processos DMAIC tendem a ser mais fáceis e mais rápidos do que os projetos DMADV, proporcionando aliciantes resultados iniciais, no entanto, os projetos DMADV, embora mais demorados ao nível da sua implementação, obtêm resultados mais expressivos (Indiana, 2006).

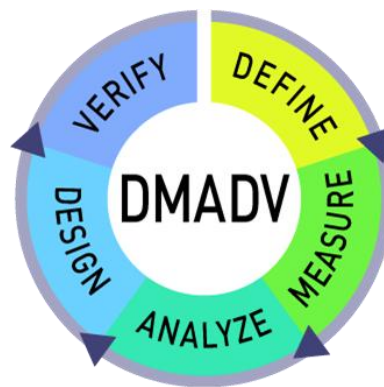


Ilustração 3 - DMADV

Fonte: http://www.acosixsigma.com/dfss/?doing_wp_cron=1406073933.5823678970336914062500

5.4. Metodologia IDOV

A metodologia IDOV (*Identify, Design, Optimize, Validate*) é, tal como a metodologia DMADV, utilizada apenas na conceção de novos produtos/processos, com o objetivo de atender às necessidades e especificações dos clientes e/ou alcançar os níveis de qualidade Seis Sigma.

A metodologia IDOV é composta por quatro fases distintas, sendo elas:

1. Identificar;
2. Desenhar;
3. Otimizar;
4. Validar.

5.4.1 Fase 1: Identificar

Na fase "Identificar" devem ser detetadas as necessidades específicas dos clientes (VOC), sendo esta a base a partir da qual o novo produto/processo será projetado. Deverão também ser definidos os fatores críticos para a qualidade (CTQ).

Como principais ferramentas utilizadas nesta fase temos (Woodford, 2010):

- QFD (*Quality Function Deployment*);
- FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*);
- SIPOC (*Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customer*);
- IPDS (*Integrated Product Delivery System*);
- *Benchmarking*;

5.4.2. Fase 2: Desenhar

A fase "Desenhar" lida com várias questões, tais como requisitos funcionais, desenvolvimento de processos alternativos, seleção de processos mais adequados, avaliação das opções disponíveis, tudo tendo como base os CTQ identificados na primeira fase. Nesta fase deve-se escolher o conceito que melhor se ajuste aos CTQ e prever a capacidade Sigma do mesmo.

Como principais ferramentas utilizadas nesta fase temos (Woodford, 2010):

- Design simples e inteligente;
- Avaliação de riscos;
- FMEA;
- Análise de engenharia;
- *Software* de seleção de materiais;
- Simulação;

- DOE (*Design of Experiments*);
- Engenharia de sistemas;
- Ferramentas de análise.

5.4.3. Fase 3: Otimizar

Esta fase tem como finalidade prever o desempenho (capabilidade do processo), otimizando o *design* de forma a ser obtido o nível Seis Sigma. Segundo Woodford (2010) as principais ferramentas a ser utilizadas nesta fase são:

- Modelos de capacidade de processo;
- Ferramentas Seis Sigma;
- Medição de tolerância.

5.4.4. Fase 4: Validar

A última fase desta metodologia consiste em testar e validar o *design* selecionado. Algumas das principais etapas nesta fase incluem o teste de protótipos, avaliação de desempenho, análise de falhas e revisão final (Woodford, 2010).

As ferramentas utilizadas nesta fase são (Woodford, 2010):

- Testes rápidos;
- Engenharia de confiabilidade;
- FMEA;
- NPI (*New Product Introduction*).

A fase "Validar" é fundamental para o sucesso a longo prazo do projeto. A transição da fase "Otimizar" para a fase "Validar" sinaliza o fim do processo de criação do novo produto/processo e o início do esforço de institucionalizar o novo produto/processo. Esta fase é assim determinante pois qualquer erro pode gerar enormes custos à empresa. É importante validar apenas o produto/processo quando existem garantias de qualidade e sucesso.



Ilustração 4 - Metodologia IDOV

5.5. Ferramentas

Várias ferramentas são utilizadas ao longo do processo Seis Sigma tal como se pode constatar. Cada ferramenta tem o seu objetivo e o seu método, sendo aplicadas em diferentes fases do Seis Sigma sem qualquer *timing* definido, dependendo do problema em causa, dos dados disponíveis e do estado do processo.

Embora muitas vezes as ferramentas da qualidade sejam associadas a métodos estatísticos, o seu âmbito é mais vasto (Teixeira e António, 2009).

O Seis Sigma depende da aplicação adequada de várias ferramentas. De todas irei abordar as sete ferramentas básicas da qualidade; as sete novas ferramentas da qualidade e algumas ferramentas importantes para o processo de implementação.

5.5.1. As Sete Ferramentas Básicas da Qualidade

As sete ferramentas básicas da qualidade são:

1. Histogramas;
2. Diagrama de Pareto;
3. Diagramas de Causa e Efeito;
4. Folhas de Verificação;
5. Diagramas de Dispersão
6. Cartas de Controlo;
7. Fluxogramas

Estas sete ferramentas fazem parte da categoria referida por Ishikawa como os "Métodos estatísticos elementares". São ferramentas predominantemente de carácter reativo/ corretivo.

Histogramas

Um histograma é um resumo gráfico da variação entre um conjunto de dados, permitindo a comparação entre eles.

Entre outras coisas, os histogramas podem ser utilizados para verificar visualmente a simetria ou assimetria dos dados, bem como a centragem do processo em relação às especificações (Teixeira e António, 2009).

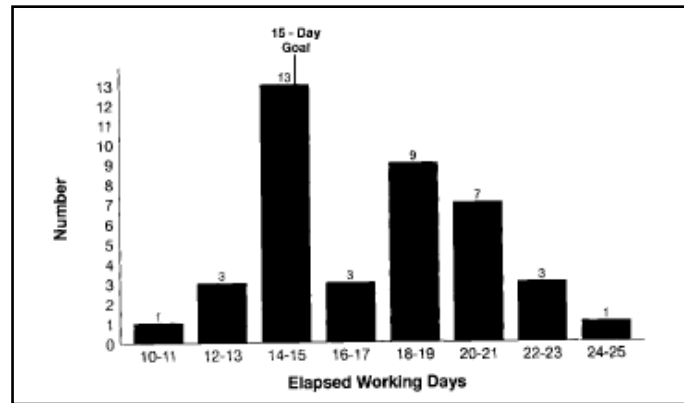


Ilustração 5 - Histograma (Juran e Godfrey, 1998)

Diagrama causa-efeito

Também conhecido como Diagrama Espinha-de-Peixe ou Diagrama Ishikawa, o Diagrama causa-efeito tem como finalidade explorar e indicar todas as causas possíveis de uma condição ou problema específico.

Segundo (Juran e Godfrey, 1998) a sua finalidade é organizar e exibir as inter-relações de várias teorias de causa raiz de um problema. Ao focar a atenção sobre as possíveis causas de um determinado problema de uma forma estruturada e sistemática, o diagrama permite ajudar a equipa de resolução de problemas a esclarecer quais as causas potenciais do problema.

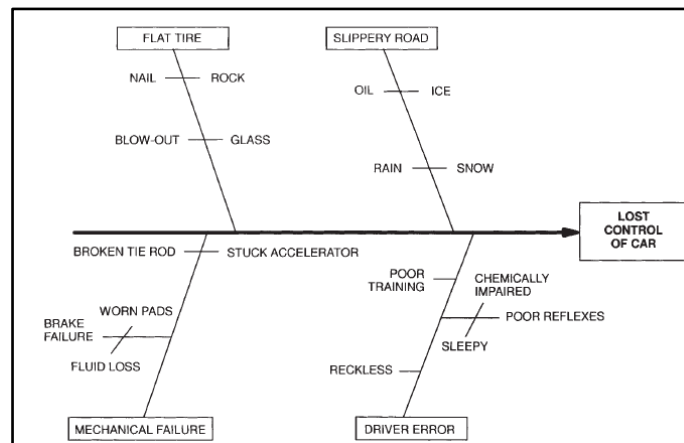


Ilustração 6 - Diagrama Causa-Efeito (Juran e Godfrey, 1998)

Diagrama de Pareto

A designação dada a este diagrama deriva do nome de Vilfredo Pareto, cuja atividade de investigação se centrava principalmente no estudo da distribuição da riqueza (Teixeira e António, 2009).

Vilfredo Pareto dita que 80% das consequências advêm de 20% das causas. Desta forma este diagrama tem como objetivo permitir a priorização dos problemas através da ordenação gráfica das ocorrências. Através desta ordenação gráfica é possível obter uma fácil visualização e

identificação das causas dos problemas, podendo-se assim atuar sobre os seus principais desencadeadores.

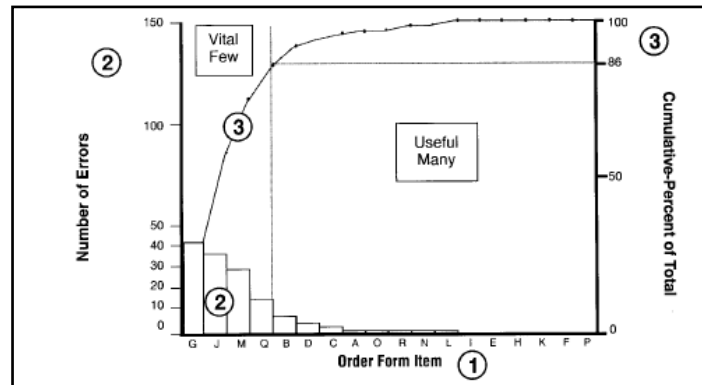


Ilustração 7 - Diagrama de Pareto (Juran e Godfrey, 1998)

Folhas de verificação

As folhas de verificação são formulários que permitem a recolha de dados. Através desta ferramenta torna-se fácil a recolha e consequentemente a análise dos dados.

A forma mais simples, assumida pela folha de verificação, é a folha de contagem que serve para calcular o número de ocorrências de uma lista de situações, isto é, as suas frequências absolutas (Teixeira e António, 2009).

COMPONENTS REPLACED BY LAB	
Enter a mark for each component replaced. Mark like the following: / / / / / / / / / /	
Time Period: 22 Feb to 27 Feb 1988	
Repair Technician: BCB	
TV SET MODEL 1013	
Integrated circuits	/ / / / / / / / / /
Capacitors	/ / / / / / / / / /
Resistors	/ / / / / / / / / /
Transformers	/ / / / / / / / / /
Commands	/ / / / / / / / / /
CRT	/ / / / / / / / / /
TV SET MODEL 1017	
Integrated circuits	/ / / / / / / / / /
Capacitors	/ / / / / / / / / /
Resistors	/ / / / / / / / / /
Transformers	/ / / / / / / / / /
Commands	/ / / / / / / / / /
CRT	/ / / / / / / / / /
TV SET MODEL 1019	
Integrated circuits	/ / / / / / / / / /
Capacitors	/ / / / / / / / / /
Resistors	/ / / / / / / / / /
Transformers	/ / / / / / / / / /
Commands	/ / / / / / / / / /
CRT	/ / / / / / / / / /

Ilustração 8 - Folha de Verificação (Juran e Godfrey, 1998)

Diagramas de Dispersão

Esta ferramenta permite verificar graficamente a relação entre duas variáveis, analisando a correlação das mesmas e a possível relação causa-efeito.

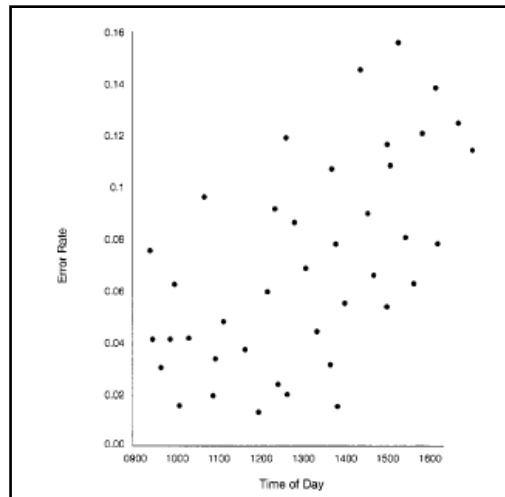


Ilustração 9 - Diagrama de Dispersão (Juran e Godfrey, 1998)

Cartas de Controlo

As cartas de controlo são utilizadas para estudar as tendências de um processo num determinado período de tempo. Através da visualização das tendências poderemos verificar o estado de controlo estatístico.

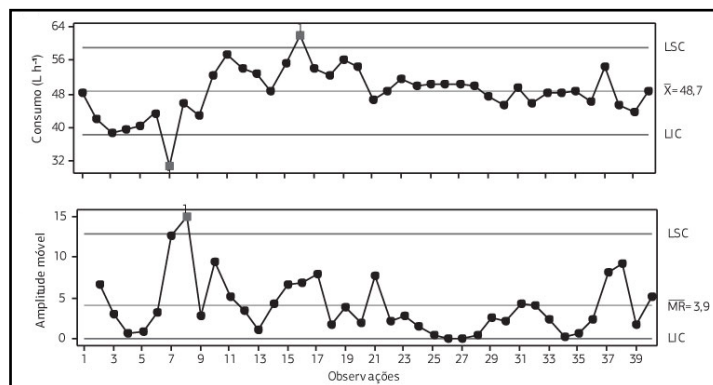


Ilustração 10 - Carta de Controlo (Juran e Godfrey, 1998)

Fluxogramas

O fluxograma é uma técnica utilizada para registar uma série de acontecimentos e atividades, fases e decisões sob uma forma que possa ser facilmente compreendida e comunicada a todos (Teixeira e António, 2009).

Poder-se-á utilizar esta ferramenta para uma melhor perceção da estrutura de um processo e das suas várias fases. Através desta ferramenta, torna-se mais fácil introduzir melhorias no processo.

Os fluxogramas utilizam uma linguagem específica através do tipo de símbolos que são utilizados. Através da simbologia conseguimos perceber os *inputs* e *outputs* de um processo bem como as várias decisões a tomar.

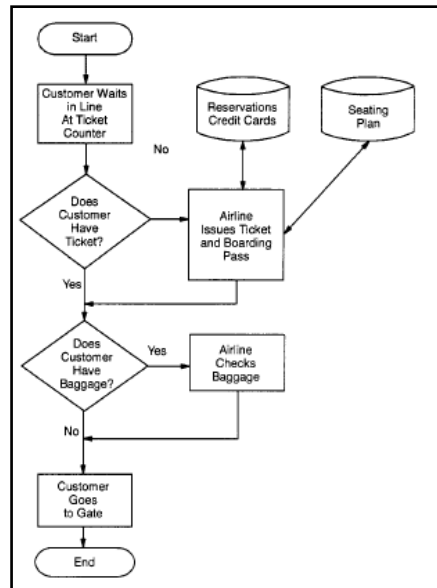


Ilustração 11 - Fluxograma (Juran e Godfrey, 1998)

5.5.2. As Sete Novas Ferramentas da Qualidade

As sete novas ferramentas da qualidade foram introduzidas em 1976, por um grupo de peritos da *Union of Japanese Scientists and Engineers* (JUSE) (Nancy, 2004). O principal objetivo seria promover novas formas de analisar, planejar, inovar e comunicar na gestão de projetos.

Estas ferramentas não eram necessariamente novas, no entanto a sua organização e promoção eram (Duffy *et al*, 2012). Poder-se-á considerar que estas ferramentas são uma evolução relativamente às "velhas", uma vez que se tratam de ferramentas de carácter preventivo.

As sete novas ferramentas da qualidade são:

1. Diagrama de afinidades;
2. Diagrama de relações/inter-relações;
3. Diagrama em árvore;
4. Diagrama de matriz;
5. Matriz de prioridades;
6. Gráfico de decisão do processo (PDPC);
7. Diagrama de atividades.

Diagrama de afinidades

O diagrama de afinidades destina-se à colheita e organização de dados qualitativos (factos, opiniões e ideias) (Teixeira e António, 2009). É uma ferramenta utilizada com o objetivo de se conhecer o problema por meio da organização das ideias.

Deve utilizar-se esta ferramenta quando (Nancy, 2004):

- Nos deparamos com muitos factos ou ideias em aparente caos;
- Os problemas parecem demasiado grandes e complexos de entender;
- É necessário o consenso do grupo.

É comum utilizar-se os diagramas de afinidades após uma ação de *brainstorming*, de forma a permitir uma melhor visualização e interpretação dos dados graças à organização dos mesmos por afinidades.

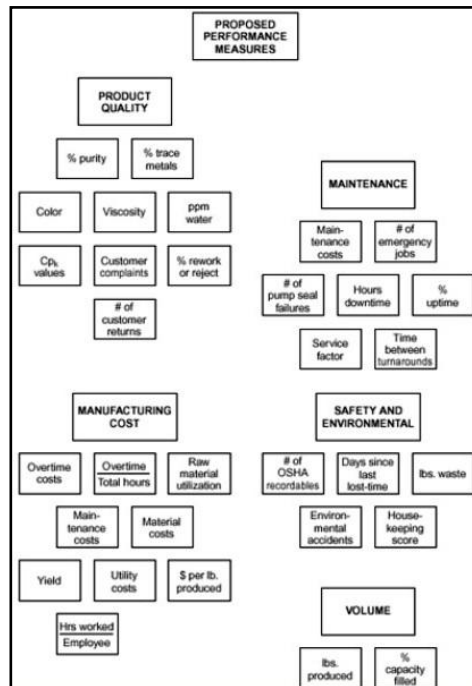


Ilustração 12 - Diagrama de Afinidades (Nancy, 2004)

Diagrama de relações/inter-relações

Este diagrama tem por objetivo descrever a inter-relação entre vários fatores, demonstrando a relação de causa/ efeito. Através da sua demonstração gráfica podemos constatar a ligação entre várias variáveis.

Esta ferramenta pode ser utilizada tanto para a resolução de problemas operacionais como organizacionais.

Deve-se utilizar esta ferramenta sempre que: (Nancy, 2004)

- É necessário compreender as ligações entre variáveis ou relações causa-efeito;
- Se estuda as causas de um determinado problema;
- É implementada uma solução complexa para um problema;
- Após a realizar de um diagrama de afinidades, causa e efeito ou diagrama de árvore, seja necessário aprofundar a relação entre ideias.

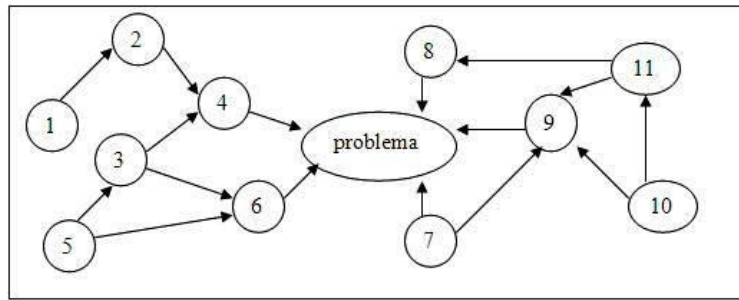


Ilustração 13 - Diagrama de relações/inter-relações

Fonte: www.qualidadeonline.com

Diagrama em árvore

Trata-se de uma ferramenta que ajuda na procura dos meios de atuação mais adequados à prossecução dos objetivos pretendidos (Teixeira e António, 2009).

Este diagrama expõem os vários caminhos e ações a serem realizados para atingir um objetivo. Desta forma conseguimos desdobrar um objetivo em várias ações executáveis.

Deve utilizar-se esta ferramenta quando (Nancy, 2004):

- Queremos analisar os processos em detalhe;
- Procuramos a raiz dos problemas;
- Queremos analisar os processos em detalhe;
- Desenvolvemos ações para a resolução de um problema.

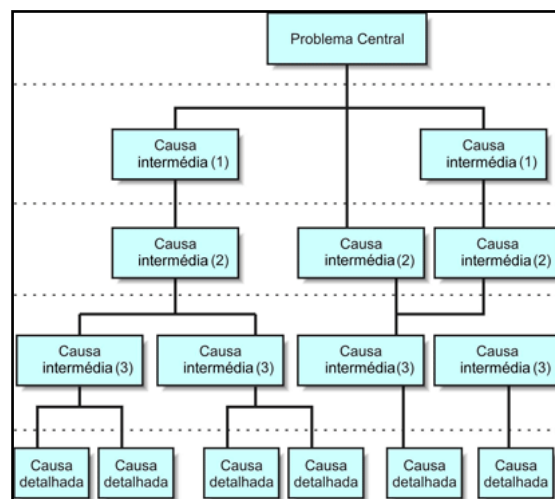


Ilustração 14 - Diagrama em árvore

Fonte: http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/tools/too_dpm_def_pt.htm

Diagrama de matriz

O diagrama de matriz mostra a relação entre vários grupos de informações. Esta ferramenta também ordena a informação de acordo com sua correlação e importância.

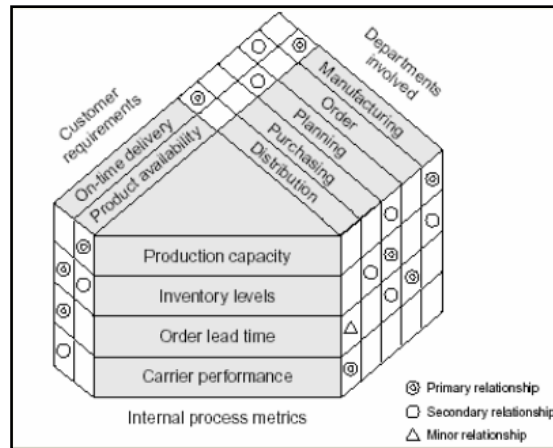


Ilustração 15 - Diagrama de matriz (Nancy, 2004)

Matriz de prioridades

Esta ferramenta é utilizada para ordenar os dados de modo a poder ser feita uma análise dos mesmos mais facilmente. Esta matriz consegue também mostrar a relação entre variáveis.

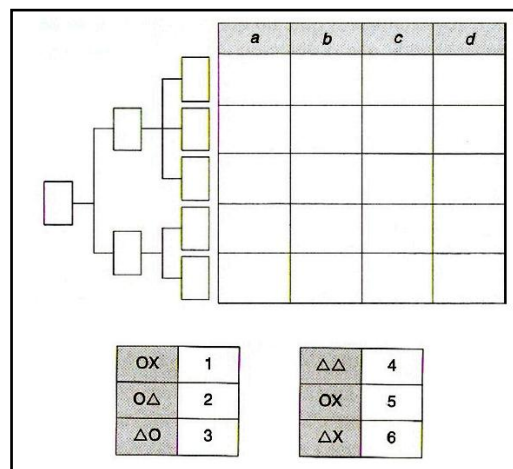


Ilustração 16 - Matriz de prioridades (Teixeira e António, 2009)

Gráfico de decisão do processo (PDPC)

O Gráfico de decisão do processo, ou *Process Decision Programme Charté* (PDPC), é uma ferramenta bastante útil para encontrar uma solução global para o processo, mediante a avaliação de diversas alternativas, identificando de uma forma sistemática o que pode ocorrer de errado no processo (Teixeira e António, 2009).

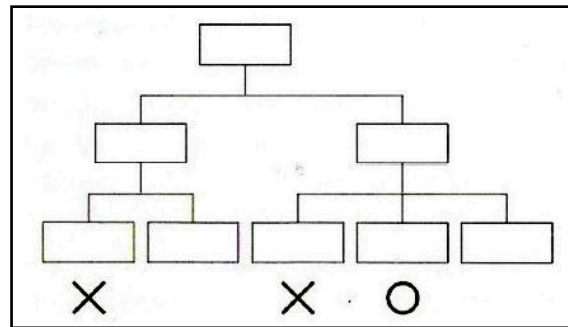


Ilustração 17 - Gráfico de decisão do processo (Teixeira e António, 2009)

Diagrama de atividades

É uma ferramenta que mostra a sequência das várias atividades de um processo.

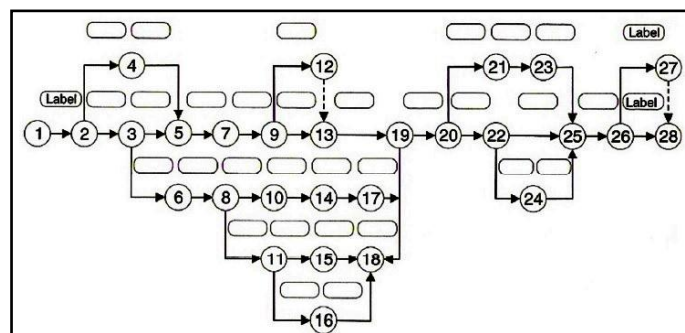


Ilustração 18 - Diagrama de atividades (Teixeira e António, 2009)

5.5.3. Ferramentas Seis Sigma

Existem várias ferramentas possíveis de utilizar ao longo dos projetos Seis Sigma para além das Ferramentas Básicas da Qualidade e das Novas Ferramentas da Qualidade. Irei apenas abordar as três mais citadas por autores como (Werkema C. , 2005), (Pyzdek, 2003), (Gupta e Sri, 2012), (Barone e Franco, 2012), (Chakravorty, 2009) e (Adrietta e Miguel, 2002).

Árvore dos CTQ's

A árvore dos fatores críticos para a qualidade (CTQ's), é uma ferramenta utilizada durante a fase inicial dos processos DMAIC e DMADV como forma de debater e validar as necessidades e exigências dos clientes, traduzindo-as em requisitos de desempenho mesuráveis. Com esta ferramenta torna-se mais fácil perceber as necessidades dos clientes e as ações a tomar para as alcançar.

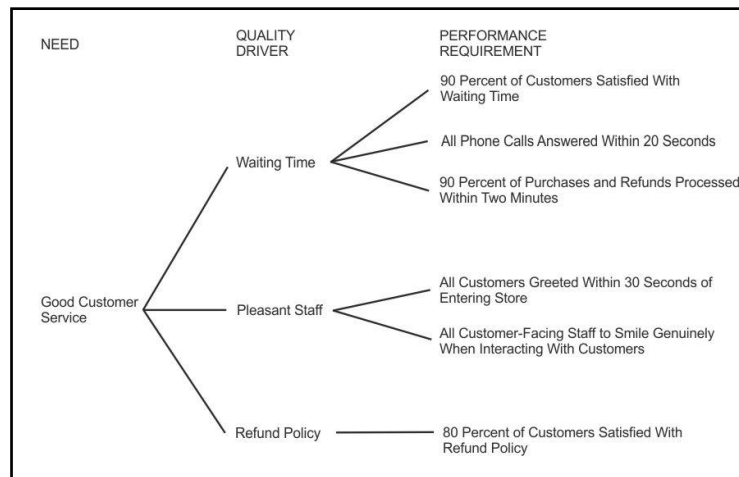


Ilustração 19 - Árvore dos CTQ's

fonte: <http://www.mindtools.com/pages/article/ctq-trees.htm>

FMEA

O FMEA, ou *Failure Mode e Effects Analysis*, é uma metodologia sistemática que permite identificar, analisar, priorizar e documentar as potenciais falhas de um processo. As possíveis falhas são ordenadas de acordo com o grau de severidade das suas consequências, a sua frequência e o grau de facilidade da sua resolução (Nancy, 2004).

Process Step	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	SEV ¹	Potential Causes	OCC ²	Current Process Controls	DET ³	RPN ⁴	Action Recommended
What is the step?	In what ways can the step go wrong?	What is the impact on the customer if the failure mode is not prevented or corrected?	How severe is the effect on the customer?	What causes the step to go wrong (i.e., how could the failure mode occur)?	How frequently is the cause likely to occur?	What are the existing controls that either prevent the failure mode from occurring or detect it should it occur?	How probable is detection of the failure mode or its cause?	Risk priority number calculated as SEV x OCC x DET	What are the actions for reducing the occurrence of the cause or for improving its detection? Provide actions on all high RPNs and on severity ratings of 9 or 10.
ATM Pin Authentication	Unauthorized access	• Unauthorized cash withdrawal • Very dissatisfied customer	8	Lost or stolen ATM card	3	Block ATM card after three failed authentication attempts	3	72	
	Authentication failure	Annoyed customer	3	Network failure	5	Install load balancer to distribute work-load across network links	5	75	
Dispense Cash	Cash not disbursed	Dissatisfied customer	7	ATM out of cash	7	Internal alert of low cash in ATM	4	196	Increase minimum cash threshold limit of heavily used ATMs to prevent out-of-cash instances
	Account debited but no cash disbursed	Very dissatisfied customer	8	• Transaction failure • Network issue	3	Install load balancer to distribute work-load across network links	4	96	
	Extra cash dispensed	Bank loses money	8	• Bills stuck to each other • Bills stacked incorrectly	2	Verification while loading cash in ATM	3	48	

Ilustração 20 - Exemplo de tabela FMEA

Fonte: <http://www.isixsigma.com/industries/financial-services/leverage-six-sigma-to-manage-operational-risk-in-financial-services/>

Quality Function Deployment

Quality Function Deployment (QFD) é uma ferramenta referida por vezes como "a casa da qualidade". Esta ferramenta é descrita como um processo que assegura que as necessidades dos clientes são asseguradas e traduzidas em características técnicas dos produtos.

O QFD providencia um método gráfico de expressar as relações entre as necessidades do cliente e as características do produto. É uma matriz que lista os atributos especificados pelo cliente e os compara com as características do produto (Indiana, 2006).

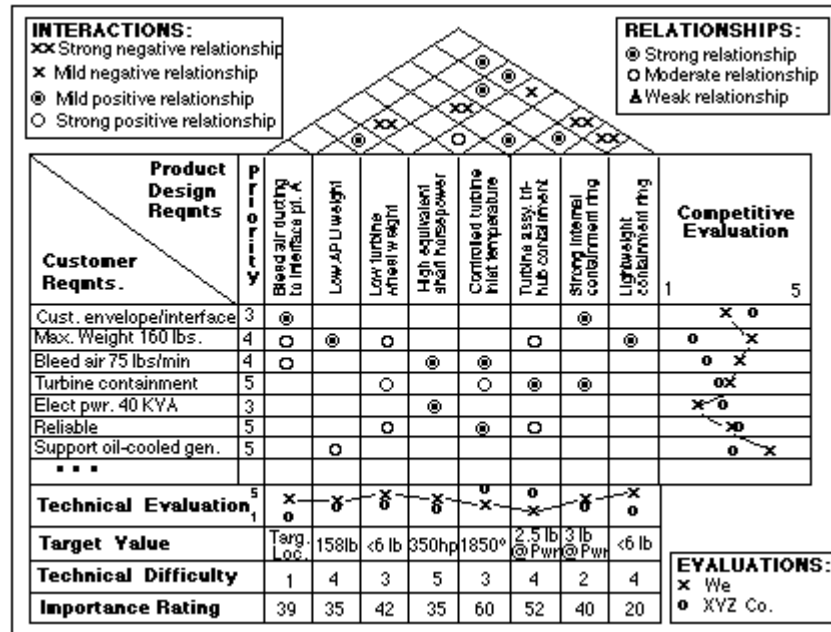


Ilustração 21 - Matriz QFD

Fonte: <http://www.scpdnet.org/papers/crow-qfd/crow-qfd.htm>

6. Equipa Seis Sigma

O Seis Sigma é mais do que um simples programa de melhoria contínua, é uma metodologia de gestão. Para a sua implementação e sucesso necessita do envolvimento de toda a empresa.

Quando é estabelecido um projeto Seis Sigma, deve ser formada uma equipa com o objetivo de o executar. As equipas Seis Sigma devem ser formadas por indivíduos com diferentes níveis de conhecimento em Seis Sigma e de diferentes níveis hierárquicos.

Após análise de vários autores, estabelece-se que as equipas Seis Sigma devem ser formadas pelos seguintes elementos:

6.1. Líder

O Líder é normalmente o gerente ou diretor da empresa. Este elemento tem como dever participar, incentivar e supervisionar os projetos Seis Sigma, verificando se os objetivos financeiros estão a ser atingidos e proporcionando todos os meios necessários para os atingir.

Cabe ao Líder a escolha do projeto Seis Sigma. Esta escolha acarreta elevada responsabilidade, pois uma definição errada do projeto poderá conduzir ao fracasso do mesmo e por consequência o prejuízo da empresa.

De forma a garantir um linguagem comum entre os vários intervenientes no projeto, os Líderes devem também receber formação em Seis Sigma, incluindo estratégias de implementação, métodos para definição dos projetos e metodologias de definição, medição, análise, melhoria e controle. (Indiana, 2006)

6.2. *Champion*

Os *Champion's* são indivíduos de alto nível hierárquico que entendem o Seis Sigma e estão comprometidos com seu sucesso (Pyzdek, 2003). Este profissional é o elo de ligação entre a gestão de topo, o Líder, e a equipa Seis Sigma. Ele lidera o projeto Seis Sigma, devendo acompanhar de perto o trabalho realizado pela equipa Seis Sigma, verificando os resultados atingidos e as necessidades encontradas, proporcionando sempre os meios necessários para o sucesso do projeto.

O *Champion* tem um papel muito importante, pois facilita a ligação entre o *Black Belt* e o Líder, tornando mais fácil a comunicação entre os dois níveis, sendo este fator um elemento essencial para o sucesso do Seis Sigma. Ele deve motivar não só a equipa, mas também o Líder, dando provas dos benefícios da implementação do Seis Sigma.

6.3. Master Black Belt

O *Master Black Belt* é um elemento com um grande nível de conhecimento em Seis Sigma, já com bastante experiência na implementação destes projetos. O *Master Black Belt* é responsável pelo acompanhamento, orientação e formação dos *Black Belts*, devendo também coadjuvar o Líder e *Champion* de forma a garantir o sucesso do projeto Seis Sigma.

Para obter o reconhecimento como *Master Black Belt*, o profissional deverá ser um *Black Belt* ativo, que continua a demonstrar habilidade através do impacto significativamente positivo demonstrado pelos seus projetos, não só para a empresa, mas também para o cliente final (Indiana, 2006).

6.4. Black Belt

Os *Black Belts* são profissionais com uma grande formação nas metodologias e ferramentas Seis Sigma, dedicando 100% do seu tempo profissional ao desenvolvimento do(s) projeto(s) Seis Sigma. Segundo Pyzdek (2003), os *Black Belts* devem estar ativamente envolvidos no processo de mudança e desenvolvimento organizacional.

O termo *Black Belt* deriva das artes marciais (cinturões negros). O título de cinturão negro é atribuído às pessoas que demonstram mestria nas artes marciais, atingindo o topo máximo de aprendizagem. De forma semelhante, os *Black Belts* são profissionais bem formados, com provas dadas na aplicação das ferramentas, técnicas e princípios do Seis Sigma.

Estes profissionais têm como missão liderar a equipa Seis Sigma, conduzindo o projeto ao sucesso. O mesmo *Black Belt* poderá estar envolvido em mais do que um projeto, devendo ser assim uma pessoa organizada, meticulosa e com grande capacidade de liderança.

6.5. Green Belt

Green Belt (cinturão verde) é igualmente um termo utilizado nas artes marciais. Um cinturão verde (no contexto de arte marcial) é um indivíduo que domina apenas as habilidades básicas. Assim, tal como nas artes marciais, os *Green Belts* são profissionais com formação básica nas metodologias e ferramentas Seis Sigma que atuam a um nível mais operacional.

Estes profissionais atuam sob supervisão dos *Black Belts* e *Master Black Belts* e de acordo com as indicações dos mesmos, não participando nos projetos a tempo inteiro, apenas intervindo quando necessário.

6.6. *Yellow Belt*

As equipas Seis Sigma necessitam profissionais operacionais não tão graduados como os *Green Belts*, mas com conhecimentos básicos de Seis Sigma. Estes elementos acarretam elevada importância, pois são a "primeira linha" do processo produtivo.

São profissionais que através das bases que possuem de Seis Sigma, terão a capacidade de tomar decisões operacionais importantes no desenvolvimento do projeto. Fazem parte da equipa Seis Sigma.

Após uma análise de literatura sobre a implementação do Seis Sigma em PMEs, verifica-se que autores como (Harry e Crawford, 2004), abordam um novo tipo de profissional mais adaptado à estrutura de uma PME, podendo mesmo chegar a ser mais rentável que um *Black Belt*. Este profissional têm o nome de *White Belt*.

6.7. *White Belt*

O elemento *White Belt* é um elemento com conhecimentos básicos em Seis Sigma, que não faz parte da equipa Seis Sigma, mas que pode trabalhar em equipas de resolução de problemas locais que apoiam projetos globais (ASQ: 20/03/2014).

Segundo Harry e Crawford (2004), estes profissionais tornam-se mais rentáveis para as PMEs, uma vez que possuem conhecimentos em Seis Sigma suficientes para garantir melhorias e o nível de investimento em formação é bastante inferior ao de um *Black Belt*. Assim, o retorno obtido pelas melhorias é bastante superior ao investimento efetuado, tornando-se um profissional muito rentável.

A diferenciação entre *Yellow Belt* e *White Belt* não é no entanto muito consensual, havendo inclusivamente autores que consideram os *Yellow Belts* e *White Belts* apenas *Team Members* (membros da equipa Seis Sigma, sem qualquer atribuição de grau).

Não se encontra definido um número específico de *Master Black Belts*, *Black Belts* e *Green Belts* para que uma equipa Seis Sigma obtenha o sucesso. Algumas sugestões apontam para (QSP: 20/03/2014):

- 1 *Master Black Belt* por cada 30 *Black Belts*;
- 1 *Black Belt* por cada 100 funcionários;
- 1 *Green Belt* por cada 20 funcionários;

Para o sucesso de um projeto Seis Sigma é necessário garantir o mínimo de condições, não só económicas, mas também de recursos humanos. É assim importante garantir um número mínimo de profissionais formados que garanta a correta implementação do Seis Sigma.

Vários autores como Antony e Banuelas, (2002) e Chang, (2002) são unânimes quanto à importância da formação dos recursos humanos para o sucesso dos projetos. Através da formação garante-se que todos os elementos da equipa "falam a mesma língua", tornando assim mais fácil a interação de todos no desenvolvimento do projeto.

A formação torna-se assim uma prioridade no desenvolvimento de um projeto, devendo os custos da formação ser considerados como um investimento, sendo este recuperado através do sucesso do projeto.

A Norma ISO 13053-1:2011 no seu capítulo 8, apresenta uma recomendação sobre o tipo de formação que deverá ser lecionada a cada membro da equipa Seis Sigma (ANEXO II), bem como o número de dias de formação que deverá ser fornecido a cada membro da equipa (ANEXO III).

O sucesso de uma equipa Seis Sigma depende da cooperação entre os vários elementos da equipa e o empenho de cada um, trabalhando todos para o mesmo objetivo

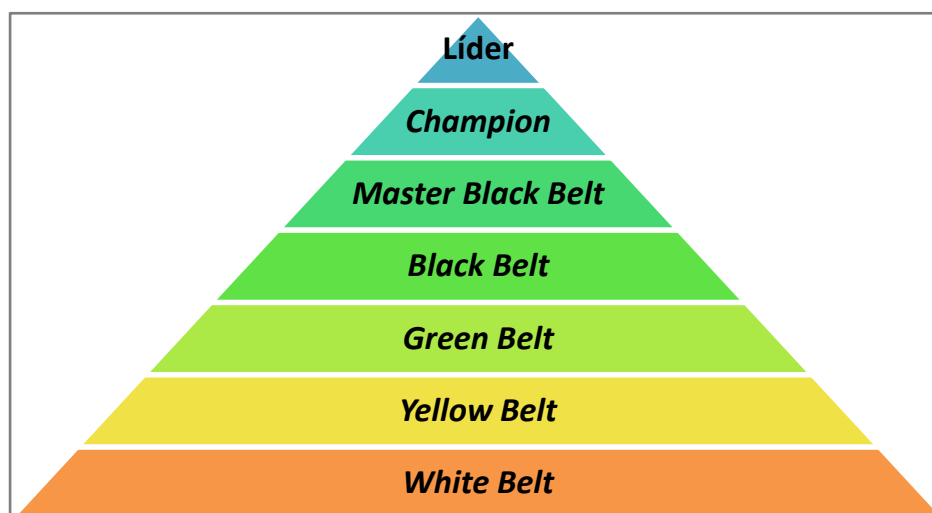


Ilustração 22 - Pirâmide Equipa Seis Sigma

7. Fatores Chave para o Sucesso

É importante para o futuro de um projeto Seis Sigma, compreender quais os fatores que desencadeiam o seu sucesso. Vários autores como (Antony e Banuelas, 2002), (Chang, 2002), (Banuelas Coronado e Antony, 2002), (Conceição e Major, 2011), (Kwak e Anbari, 2006) e (Henderson e Evans, 2000), estudaram os fatores que o determinam na implementação do Seis Sigma numa organização.

Para que um projeto Seis Sigma seja bem sucedido, deve preencher um certo número de requisitos, entre os quais, não se limitar a ser uma ferramenta estatística, mas sim uma ferramenta estratégica de apoio à gestão, ao privilegiar os projetos que estejam alinhados com os objetivos do negócio e com os requisitos dos clientes (Conceição e Major, 2011).

Para Antony e Banuelas, (2002) existem onze fatores que desencadeiam o sucesso na implementação do Seis Sigma numa organização, sendo eles:

- 1) Envolvimento e comprometimento da gestão de topo;
- 2) Compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas do seis sigma;
- 3) Ligação entre a estratégia empresarial e o seis sigma;
- 4) Ligação entre o seis sigma e os clientes;
- 5) Seleção, acompanhamento e revisão do projeto;
- 6) Estrutura organizacional;
- 7) Mudança cultural;
- 8) Habilidade na gestão de projetos;
- 9) Ligação entre o seis sigma e os fornecedores
- 10) Formação;
- 11) Ligação entre os recursos humanos e o seis sigma.

Já Chang (2002), no seu estudo com pequenas e médias empresas, determinou dez fatores para o sucesso na implementação do Seis Sigma, sendo eles:

- 1) Liderança;
- 2) Planeamento estratégico;
- 3) Benchmarking competitivo;
- 4) Gestão de processos;
- 5) Desenvolvimento dos recursos humanos;
- 6) Formação;
- 7) Ferramentas da qualidade;
- 8) Informação e análise

9) Foco nos clientes e no mercado

10) Gestão de fornecedores.

Após uma análise de literatura e discussão com responsáveis por projetos Seis Sigma, Kwak e Anbari (2006) identificaram quatro elementos chave para o sucesso, sendo eles:

1) Envolvimento da gestão e compromisso organizacional:

O envolvimento e comprometimento da gestão de topo é citado por vários autores como o alicerce para o sucesso dos projetos Seis Sigma. Um projeto Seis Sigma envolve várias mudanças ao nível institucional, sendo necessário o envolvimento constante, não só da equipa responsável pelo projeto, mas de todos os intervenientes da organização. O sucesso está dependente da motivação e desempenho dos funcionários das empresas, sendo necessário a existência de líderes vibrantes, bem informados, participativos e com elevada capacidade motivacional para garantir a motivação e satisfação dos funcionários.

Tal como citado por Gupta e Sri (2012), "O fator mais crítico para que o desenvolvimento do Seis Sigma tenha sucesso numa empresa, é o compromisso e a paixão dos líderes. No entanto, este compromisso e paixão devem vir acompanhados de um entendimento correto do objetivo do Seis Sigma e de um apoio efetivo dos líderes relativamente às iniciativas."

Os grandes casos de sucesso do Seis Sigma têm como origem grandes líderes. Líderes visionários, conhecedores dos métodos e com grande capacidade motivacional. Jack Welch CEO da General Eletrics, Larry Bossidy CEO da Allied Signal e Bob Galvin CEO da Motorola são exemplos de líderes que obtiveram grandes resultados através do seu comprometimento e dedicação aos projetos Seis Sigma.

2) Seleção do projeto, gestão e controlo das *skills*:

O sucesso do Seis Sigma passa pela seleção do projeto alvo. A escolha errada do projeto pode conduzir ao fracasso e por consequência a perdas para a empresa.

Para uma correta seleção devem identificar-se os projetos que terão um verdadeiro impacto financeiro e que se traduzirão numa redução de custos para a empresa. Posteriormente dever-se-à realizar uma análise de custo/benefício entre os vários projetos.

A análise custo/benefício poderá ser auxiliada através do Índice de Prioridade de Projetos (IPP), calculado pela seguinte fórmula (Gupta e Sri, 2012):

$$IPP = (\text{Benefícios/Custo}) \times (\text{Probabilidade de êxito/ Tempo para completar o projeto em anos})$$

No mínimo, um projeto deve ter um IPP superior a 2 para garantir um retorno sobre o investimento (Gupta e Sri, 2012).

Após a seleção e desenvolvimento, o projeto deve ser revisto regularmente, analisando o seu desempenho, resultados e oportunidades de melhoria, de forma a conduzi-lo a um encerramento bem sucedido.

3) Encorajar e aceitar a mudança cultural:

Uma das grandes barreiras a ser quebradas no desenvolvimento do Seis Sigma numa organização é a mudança cultural. Ao serem apresentadas novas metas, novos pensamentos, novos métodos de trabalho, é natural sentir-se alguma resistência à mudança por parte dos colaboradores da empresa.

De forma a ultrapassar essa barreira, os líderes devem transmitir a finalidade dessa mudança, através de uma comunicação clara, motivando as pessoas a superar essa resistência. O desafio, o apoio, a criação de responsabilidades, a atribuição de prémios e o acompanhamento dos colaboradores serão a inspiração para o sucesso (Gupta e Sri, 2012).

A compreensão por parte dos funcionários da necessidade da mudança é a chave para a mudança cultural. Só assim sentirão o peso da importância desse projeto.

A publicação dos resultados (positivos ou negativos) também ajudará ao sucesso, não só do projeto em curso, mas também de futuros projetos.

4) Educação e treino contínuo:

Como já anteriormente referido, a formação em Seis Sigma vai além da formação necessária para a qualificação da equipa responsável pelo projeto (*Black Belt/Green Belt*). É fundamental a formação de todos os intervenientes do projeto, de forma a garantir uma visão clara do Seis Sigma e uma linguagem comum por parte de todos.

A formação é conduzida mediante o nível de especialização que é pretendido. Como fruto da formação, os profissionais deverão conhecer as metodologias e ferramentas do Seis Sigma e deverão saber aplicá-las.

Através de uma boa formação garantir-se-á o desenvolvimento de bons profissionais e o sucesso na implementação do Seis Sigma na organização. Assim os custos associados à formação deverão ser vistos como investimento no sucesso do programa.

8. Fatores de Fracasso

A implementação do Seis Sigma numa organização não é fácil, requerendo tempo, dedicação, fundos e conhecimento. O sucesso nem sempre é atingido, existindo casos de abandono dos projetos Seis Sigma devido aos escassos resultados.

Existem vários fatores que podem estar relacionados com o insucesso dos projetos Seis Sigma. Eckes (2001) identifica sete possíveis causas para o fracasso dos projetos Seis Sigma:

- 1) Programas orientados apenas para a redução de custos;
- 2) As melhorias dos processos não são incorporadas nas rotinas da empresa;
- 3) A metodologia DMAIC não é seguida de forma disciplinada;
- 4) Os líderes do projeto não são capazes de fazer a distinção entre causas comuns e causas especiais;
- 5) Não são consideradas as expetativas dos clientes;
- 6) Os líderes não cumprem o seu papel;
- 7) Inexistência de sistema de gestão de processo.

Vários autores apontam que o insucesso está relacionado com o não cumprimento dos fatores chave para o sucesso. No seu estudo de casos Júnior e Lima (2011) demonstram que a ausência de fatores como o envolvimento da gestão, a ligação entre a estratégia empresarial e o seis sigma e a mudança cultural, conduzem ao fracasso dos projetos Seis Sigma.

Assim, de forma a garantir o sucesso dos projetos, é necessário o comprometimento de todos. Isso implica o cumprimento dos fatores chave para o sucesso. O não cumprimento pode desencadear o fracasso do projeto.

9. Pequenas e Médias Empresas (PME)

De forma a possibilitar uma melhor perceção da população alvo deste estudo, irá ser abordada a definição de PME, bem como os critérios que levam a atribuir a uma empresa a condição de PME Excelência.

Existem atualmente dois critérios distintos para definir uma empresa como PME. Os critérios europeus e os critérios nacionais.

Ao nível nacional, segundo os Despachos Normativos nº 52/87 e nº 38/88 e Aviso constante do Decreto-regulamentar nº 102/93, Série III, são consideradas PME as empresas que, cumulativamente, preenchem os seguintes requisitos (IAPMEI, EIC PME: 15/02/2014):

- Empreguem até 500 trabalhadores (600, no caso de trabalho por turnos regulares);
- Não ultrapassem 2 400 000 contos de vendas anuais;
- Não possuam nem sejam possuídas em mais de 50% por outra empresa que ultrapasse qualquer dos limites definidos nos pontos anteriores.

Embora seja esta a definição nacional de PME, na verdade é utilizada maioritariamente a definição europeia, por motivos que se prendem com a necessidade de harmonização de conceitos no seio da União Europeia (IAPMEI, EIC PME: 15/02/2014).

Assim, de acordo com a Recomendação da Comissão nº 2003/361/CE de 6 de Maio de 2003, entende-se por PME as empresas que têm menos de 250 trabalhadores; um volume de negócios anual que não excede 40 milhões de euros ou um balanço total anual que não excede 27 milhões de euros; e que não são propriedade, em 25% ou mais, do capital ou dos direitos de voto de uma empresa ou, conjuntamente, de várias empresas que não se enquadram na definição de PME ou de pequena empresa, conforme seja o caso (critério de independência) (IAPMEI, EIC PME: 15/02/2014).

De forma a possibilitar a distinção entre micro, pequenas e médias empresas, foram estipuladas características distintas entre elas:

- As microempresas são definidas como empresas com menos de 10 trabalhadores e cujo volume de negócios anual ou balanço total anual não excede 2 milhões de euros;
- Uma pequena empresa é definida como uma empresa que emprega menos de 50 pessoas e cujo volume de negócios anual ou balanço total anual não excede 10 milhões de euros;

- As restantes empresas que cumpram os requisitos de PME mas que não possuam características nem das micro nem das pequenas empresas são consideradas empresas médias.

As PME's têm um impacto extremamente significativo na economia não só portuguesa mas mundial. Atualmente grande percentagem das empresas mundiais são PME's, sendo estas as grandes dinamizadoras da economia mundial.

Segundo Lukács (2005) atualmente na União Europeia as pequenas e médias empresas são extremamente importante, representando 98% das estimadas 19,3 milhões de empresas existentes, providenciando 65 milhões de postos de trabalho.

Em Portugal a importância das PME's segue a tendência Europeia.

Segundo o relatório “Empresas em Portugal 2011” do Instituto Nacional de Estatística (INE), as PME's representam 99,9% do número total de empresas não financeiras em Portugal, existindo 1 110 905 PME's, providenciando aproximadamente 3 milhões de postos de trabalho.

A região Norte é onde se concentraram o maior número de PME (360 197), representando 32,4% do total de PME. Segue-se Lisboa com 29,23% (325 982) e Centro com 21,69% (241 115).

Em 2011 as PME geraram um volume de negócios de 204 110,6 milhões de euros representando 58,8% do valor total gerado pelo setor não financeiro.

9.1. PME Excelência 2012

O Estatuto PME Excelência foi criado pelo IAPMEI (Agência para a Competitividade e Inovação) com o objetivo de sinalizar, através de um instrumento de reputação, o mérito de pequenas e médias empresas com perfis de desempenho superiores (IAPMEI, FINCRESCE Consolidar Lideranças: 15/02/2014).

A atribuição do estatuto de PME Excelência é feita anualmente a partir do universo das PME Líder. As PME Líder são o conjunto de PME que obtiveram um lugar de destaque através dos resultados obtidos ao longo do ano. A seleção das PME Excelência tem como objetivo dar um especial destaque às PME Líder que obtiveram os melhores resultados.

Em 2013 foram distinguidas como PME Excelência 2012, 1.314 empresas.

Em conjunto, as PME Excelência 2012 geram mais de 45 mil postos de trabalho direto e foram responsáveis por um volume de negócios superior a 6,3 mil milhões de euros em 2011 (IAPMEI, FINCRESCE Consolidar Lideranças: 15/02/2014).

As PME Excelência 2012 representam os mais diversos setores de atividade, sendo os mais representativos a Indústria, com 440 empresas (36%), e o Comércio, com 362 empresas (29%), seguindo-se os Serviços com 14% das empresas, o Turismo com 11%, a Construção com 6%, e os Transportes com 4%.

Em termos de localização, os distritos do Porto e Lisboa, seguidos de Aveiro, Braga e Leiria, com respetivamente 227, 202, 149, 136 e 89 empresas, são os que reúnem a maior concentração das PME Excelência 2012 (IAPMEI, FINCRESCE Consolidar Lideranças: 15/02/2014).

10. Seis Sigma nas PMEs

Desde a sua concepção na Motorola, a aplicação da metodologia Seis Sigma está fortemente ligada a grandes indústrias. Existem poucas evidências documentadas da aplicação do Seis Sigma noutras realidades, nomeadamente em PMEs.

Embora se associe a implementação do Seis Sigma a grandes empresas, isso não representa o único "mercado" do Seis Sigma. Segundo Snee e Hoerl (2003) não existe nada inerente no Seis Sigma que o torne mais adequável às grandes empresas.

Devido à sua pequena estrutura as PMEs tornam-se mais "ágeis", havendo muito mais facilmente um comprometimento para com o Seis Sigma por parte não só da gestão de topo, mas por todos os funcionários. Vários autores afirmam mesmo que, por vezes, é mais fácil atingir resultados com o Seis Sigma em PMEs do que em grandes empresas.

Segundo Wilson (2004), ao nível da implementação do Seis Sigma as PMEs acarretavam as seguintes vantagens:

- Uma relação mais próxima com os clientes;
- Menor número de patamares hierárquicos;
- Menor resistência à mudança;
- Maior flexibilidade;
- Comunicação interna mais rápida e eficaz;
- Presença forte e ativa da gestão de topo;

Embora existam vantagens ao implementar o Seis Sigma numa PME, verifica-se no entanto uma fraca adesão por parte das mesmas a esta metodologia.

Segundo Nonthaleerak e Hendry (2006), a implementação do Seis Sigma envolve um grande investimento de recursos, apenas suportável por grandes empresas, sendo este um dos principais motivos para a não implementação em PMEs. Já Debra (2010) afirma que o único entrave para a não implementação do Seis Sigma é a falta de formação dos gestores de topo.

Para Antony *et al* (2008), existem várias razões que levam as PMEs a não implementar programas de melhoria como o Seis Sigma:

- Dificuldade em distinguir as diferenças entre os vários programas da qualidade (ex. Seis Sigma, TQM, ISO, EFQM) e selecionar o programa que melhor se adapte às necessidades da empresa;

- Os sistemas de gestão da qualidade, como os sistemas ISO, são considerados suficientes para atingir as necessidades da empresa;
- As poucas evidências de sucesso da implementação do Seis Sigma em PME's. As PME's acreditam que este programa é mais um modismo, fantasia ou o "sabor do mês" tal como o TQM e BPR;
- Falta de compromisso da gestão de topo e a sua má interpretação sobre o tempo e recursos consumidos na implementação do Seis Sigma;
- Ideia errada de que o Seis Sigma envolve muita estatística, indo para lá das capacidades dos funcionários;

Já Raghunath e Jayathirtha (2013) acreditavam que as principais barreiras à implementação do Seis Sigma nas PME eram:

- Falta de recursos;
- Resistência à mudança;
- Liderança deficiente por parte dos gestores de topo;
- Falta de conhecimento em Seis Sigma;
- Fraco intruzamento organizacional;
- Barreiras culturais;
- Insuficiente formação;
- Noção errada sobre a complexidade do Seis Sigma;
- Identificação errada dos parâmetros a analisar em cada processo;
- Falhas nas recolhas de dados;
- Má escolha dos projetos Seis Sigma;

São assim muitas as razões que podem levar à não adoção desta metodologia por parte das PME's. A falta de conhecimento, formação, limitações financeiras e tecnológicas e a ideia errada sobre a aplicabilidade do Seis Sigma, tornou as PME's cépticas sobre a capacidade de implementarem esta metodologia.

10.1. Implementação do Seis Sigma nas PME's

A realidade das PME's é completamente distinta da realidade das grandes empresas. Não é assim espectável que a fórmula aplicada na adoção do Seis Sigma por parte da Motorola possa ser justaposta noutra empresa de dimensões diferentes e até de setores de atividade distintos. Os mesmos princípios deverão ser adaptados a cada empresa de acordo com a sua realidade.

Debra (2010) propõem uma estratégia metodológica para uma implementação do Seis Sigma bem sucedida por parte das PME's. Esta estratégia compreende nas seguintes etapas:

1. **Atribuição de responsabilidades:** Após a adoção do Seis Sigma como metodologia de melhoria da empresa, o gestor deve determinar quais são os responsáveis pelo projeto e quais as suas responsabilidades. A atribuição de responsabilidades deve também passar pelo próprio gestor, devendo este estar comprometido para com o projeto. Caso este não tenha disponibilidade para o acompanhar, deve nomear o seu representante, conferindo-lhe poder executivo.
2. **Pesquisa:** O gestor, ou seu representante, deve realizar uma pesquisa de mercado, de forma a verificar a existência de programas de apoio ao Seis Sigma, serviços de consultoria, empresas de formação, etc. Desta forma, verificar-se-á a existência dos recursos possíveis para suportar a empresa durante a execução do projeto Seis Sigma. Debra (2010) afirma que nesta etapa a empresa deverá ponderar a viabilidade de contratar um Master Black Belt para a equipa. Esta medida teria como objetivo garantir, não só a eficácia na execução do projeto, mas também a eficiente formação dos colaboradores da equipa Seis Sigma.
3. **Desenvolvimento de um plano de comunicação:** Devem ser desenvolvidos planos de comunicação para que todos os funcionários tenham conhecimento do trabalho que está a ser desenvolvido e das melhorias atingidas.
4. **Planos de formação:** Devem ser calendarizados e definidos os planos de formação de todos os membros da equipa Seis Sigma (Champion, Black Belt, Green Belt, Yellow Belt). Segundo Debra (2010) é extremamente importante que o gestor, bem como outros membros da administração, participem nas ações de formação de Champion. Segundo o mesmo autor, é bastante importante assegurar a certificação dos elementos Black Belt de forma a garantir a aquisição das valências necessárias à condução dos projetos Seis Sigma.
5. **Defenir o projeto Seis Sigma:** A escolha do projeto deve ser bem ponderada, uma vez que as PMEs poderão não poder suportar o prejuízo resultante da escolha errada. Parody e Voelkel (2006) aconselham as PMEs a escolher um projeto que tenha um grande impacto na organização, mas que não demore muito a ser concretizado. Já Debra (2010) afirma que os projetos devem ser escolhidos de acordo com os processos da empresa que não estejam a atingir o desempenho desejado. Segundo o autor os primeiros projetos devem centrar-se na melhoria dos processos que afetem a qualidade, os custos, a duração dos ciclos de produção e a satisfação dos clientes. Para Schwinn (2002), as PMEs devem escolher inicialmente os projetos mais fáceis e mais pequenos, podendo, posteriormente, "atacar" os grandes projetos.

Só após a conclusão destas cinco etapas é que se deverá iniciar o projeto Seis Sigma. Através do cumprimento destas etapas Debra (2010) garante que mais facilmente as PMEs obterão o sucesso na implementação do Seis Sigma.

Após uma longa investigação baseada na implementação do Seis Sigma em PMEs Kumar *et al.* (2011) desenvolveram uma metodologia, "passo a passo", específica para a implementação do Seis Sigma em PMEs. Esta metodologia foi desenvolvida através da análise crítica de modelos existentes de melhoria da qualidade no contexto de PMEs, resultando numa combinação de várias metodologias e de várias abordagens de sucesso.

Kumar *et al.* (2011) propõem assim uma metodologia com 5 fases e 12 passos.



Ilustração 23 - Metodologia de cinco fases para implementação do Seis Sigma
Adaptado de: Kumar *et al.* (2011)

10.1.1. Fase 0 - Preparação para o Seis Sigma

Antes de "abraçar" o Seis Sigma, a PME deve fazer uma introspeção, verificando se está ou não preparada para este projeto. Nesta fase a PME avalia se tem ou não condições/capacidade para implementar esta metodologia.

Existem segundo Kumar *et al.* (2011) cinco critérios que deverão ser analisados:

- Liderança;
- Foco no cliente;
- Meios de medição dos processos;
- Meios de controlo;
- Gestão de recursos humanos.

Nesta fase dever-se-á verificar se existe o comprometimento da gestão para com este projeto, pois, sem a total dedicação da mesma, o futuro deste ficará comprometido. Dever-se-á garantir que a melhoria do processo tem como foco o cliente e que existem meios de medição e controlo do mesmo. Por fim e não menos importante, deverá ser verificada a disponibilidade dos recursos humanos para a realização deste projeto, uma vez que como falamos de uma PME, os recursos humanos não irão estar exclusivamente focados no projeto Seis Sigma.

10.1.2. Fase 1 - Preparar

A fase "Preparar" ajudar a PME a entender a lógica por detrás da mudança, servindo também para verificar o grau de empenho do gestor para com o projeto. Compreender a necessidade de mudança e o comprometimento da gestão de topo são fatores cruciais para o sucesso.

1º Passo: Reconhecer a necessidade de mudança

É necessário que toda a organização perceba que a implementação do Seis Sigma é uma necessidade e não "mais uma" metodologia de melhoria. Para o sucesso do Seis Sigma é necessário o comprometimento de todos.

É assim necessário que a gestão de topo elucide os funcionários sobre a necessidade do projeto Seis Sigma e quais as vantagens por detrás desse projeto. O gestor de topo deverá ser o primeiro a incutir a mudança.

2º Passo: Comprometimento da gestão e liderança forte

Este é um passo importantíssimo, sendo indispensável para o sucesso do projeto. Muitas empresas falharam a implementação do Seis Sigma devido à falta de compromisso por parte da

gestão de topo ou devido à falta de líderes fortes para conduzir esta iniciativa Kumar *et al.* (2011).

Para garantir o futuro do projeto deverá ser a gestão de topo a definir o objetivo e o âmbito do projeto Seis Sigma, devendo-o associar à missão e visão da organização Kumar *et al.* (2011).

3º Passo: Formação do gestor de topo

A formação em Seis Sigma deverá começar pelo gestor, devendo posteriormente ser ministrada de cima para baixo na hierarquia da organização. Assim, posteriormente, os responsáveis poderão formar os restantes funcionários, minimizando os elevados custos de formação e evitando também a contratação de consultores externos. Esta é uma medida que ao ser eficazmente implementada poderá reduzir significativamente os custos da empresa.

10.1.3. Fase 2 - Iniciar

Esta fase tem como objetivo iniciar a implementação da mudança, identificando, selecionando e motivando os funcionários mais talentosos a fazer parte dela.

Nesta fase é selecionado um projeto piloto, executado pelos funcionários inicialmente escolhidos. Este projeto deve ser concluído num curto espaço de tempo e deverá ter um impacto significativo na organização, de forma a cativar e motivar não só a equipa formada, mas também os restantes funcionários.

4º Passo: Identificar e formar os melhores funcionários para a primeira equipa Seis Sigma

É essencial atrair os funcionários mais talentosos, com as melhores capacidades de liderança, para serem envolvidos na primeira abordagem ao Seis Sigma (Pyzdek, 2003). Segundo Snee e Hoerl (2003), existem três razões para escolher os funcionários mais talentosos:

1. Quanto melhor o talento melhor o resultado;
2. O talento atrai talento;
3. Poderá surgir o próximo líder da organização do talento encontrado.

Após uma vasta análise de bibliografia, Kumar *et al.* (2011) afirmam que, tendo em conta o grau de complexidade e a limitação dos recursos, não será necessário a existência de uma grande equipa nem deverão existir todos os papéis da equipa Seis Sigma.

Segundo Kumar *et al.* (2011) no contexto de PME não será necessária a existência de um *Master Black Belt*, devendo no máximo existir 1 ou 2 *Black Belts*. Assim a empresa deverá selecionar os dois funcionários mais talentosos para receber a formação de *Black Belt*. De forma

a reduzir custos. A formação dos *Green Belts* e *Yellow Belts* deverá ser ministrada pelos *Black Belts*.

Os pontos-chave a considerar nesta etapa são segundo Kumar *et al.* (2011):

- Selecionar os melhores funcionários de cada departamento da organização;
- Identificar o melhor centro de formação (universidades, empresas de consultoria, etc.);
- Desenvolver um plano de formação adaptado à realidade da empresa;
- Identificar e formar os funcionários com os papéis de *Champion* e *Black Belt*;
- Formar nesta primeira fase uma ou duas equipas multifuncionais com no máximo 6-8 elementos.

Passo 5: Identificar os processos chave da organização

É preferível iniciar um projeto Seis Sigma focado apenas num processo específico do que em dez ou vinte processos (Snee e Hoerl, 2003). As atividades envolvidas nesta fase são (Kumar *et al.*, 2011):

- Identificar e hierarquizar os principais processos da organização;
- Desenvolver um mapa dos processos ou um mapa do valor dos processos;
- Desenvolver um plano de medição e definir as métricas a serem utilizadas;
- Estabelecer qual a performance exigida em cada processo;
- Verificar a performance atual de cada processo;
- Realizar um *benchmarking* interno e externo para os processos críticos da organização;
- Identificar e hierarquizar os processos que têm maior impacto financeiro para os *stakeholders*.

Passo 6: Escolher o projeto piloto Seis Sigma

O projeto piloto deve centrar-se nos processos chave identificados no Passo 5, tendo como objetivo a melhoria do mesmo e a satisfação do cliente. O sucesso do projeto piloto irá atuar como incentivo para a organização. Ao visualizar o sucesso, os restantes funcionários também quererão fazer partes destes projetos, incentivando toda a organização a participar no Seis Sigma. O departamento financeiro deverá estar envolvido desde o início do projeto, garantindo a análise custo/benefício do mesmo, bem como de projetos futuros, verificando as poupanças atingidas.

Nesta fase será importante uma boa comunicação interna. Quanto melhor for a divulgação do sucesso deste projeto, melhor será a adesão dos funcionários ao próximo projeto.

10.1.4. Fase 3 - Institucionalizar

A fase institucionalizar tem por objetivo implementar e incorporar o Seis Sigma, a sua linha de pensamento estatístico e a sua cultura em toda a organização.

Passo 7: Comunicar o sucesso inicial

Todas as melhorias e ganhos financeiros alcançados através do projeto piloto deverão ser reportados a toda a organização após a conclusão do mesmo. Através do reconhecimento da equipa Seis Sigma e dos resultados por ela obtidos conseguir-se-á motivar toda a organização a adotar esta metodologia.

Pontos importante a considerar neste passo (Kumar *et al.*, 2011):

- Celebrar e partilhar o sucesso do projeto com toda a organização;
- Partilhar os desafios ultrapassados ao longo do projeto.

Passo 8: Formação de toda a organização

Para a institucionalização do Seis Sigma, será necessário que toda a organização esteja envolvida nesta metodologia. Para tal é necessário que todos os funcionários a percebam e consciencializem a sua importância. Assim torna-se essencial ministrar formação a toda a organização.

Deverá ser ministrada formação consoante o papel que esse funcionário irá ter na equipa Seis Sigma (*White Belt*, *Yellow Belt*, *Green Belt*, *Black Belt*). A cada funcionário deve-se atribuir um papel.

Tal como explicado no Passo 4, não é necessário recorrer a serviços externos de formação para os papéis de *White Belt*, *Yellow Belt* e *Green Belt*, podendo esta ser ministrada pelo *Black Belt*, já previamente formado na altura do projeto piloto.

Segundo Kumar *et al.* (2011) torna-se muito mais rentável a uma PME apostar na formação extensiva de *White Belts* em detrimento de investir na formação de vários *Black Belts*. Segundo os autores, através do conhecimento básico da metodologia DMAIC, o *White Belt* estará apto a realizar ações de melhoria significativas para a empresa, havendo assim um amplo retorno do custo de investimento em formação destes profissionais. Para Kumar *et al.* (2011), para cada 100 funcionários deverão existir 10 ou 15 *White Belts*.

Passo 9: Estabelecer métodos para avaliar os processos

Para garantir a correta avaliação dos processos é necessários estabelecer os métodos de avaliação dos mesmos e as métricas a analisar. Estas métricas devem ser regularmente monitorizadas e revistas pela equipa Seis Sigma.

Os pontos-chave do passo 9 reside em (Kumar *et al.*, 2011):

- Desenvolver procedimentos e sistemas de registo e notificação de resultados;
- Realçar o sucesso, o fracasso e o *feedback* dos trabalhadores relativamente aos processos em causa;
- Criar equipas de supervisão dos processos com o objetivo de reportar os resultados dos processos;
- Estabelecer uma revisão mensal dos projetos em cursos com o objetivo de identificar tendências de desempenho, avaliar os progressos e realizar a revisão das estratégias definidas;

10.1.5. Fase 4 - Sustentar

A fase "Sustentar" tem como objetivo garantir a partilha de informação e resultados dentro da empresa. Ao serem partilhadas as experiências, os benefícios e conhecimento conseguir-se-á construir um alicerce para a implementação do Seis Sigma a longo prazo na empresa.

Passo 10: Compromisso para com a melhoria contínua

Sustentar a melhoria é uma tarefa desafiante, sendo necessário um esforço e dedicação contínua. Muitas vezes, após o sucesso, existe a tendência de "abrandar o ritmo" voltando aos velhos costumes. De forma a garantir o sucesso do Seis Sigma a longo prazo, é necessária a dedicação contínua e a adoção desta filosofia de busca pela perfeição.

Para que este esforço contínuo seja possível, é necessário que a gestão de topo se dedique à melhoria contínua, com o objetivo de satisfazer cada vez melhor as necessidades dos clientes internos e externos. Este é o primeiro passo para a sustentabilidade do Seis Sigma nas PME.

Passo 11: Ligar a motivação dos funcionários ao Seis Sigma

Segundo Gupta e Sri (2012) um sistema de incentivos (financeiros e não-financeiros) é uma das chaves para garantir a melhoria contínua de uma empresa. Os funcionários têm de sentir o feedback dos resultados e melhorias por eles atingidos, sendo o sistema de incentivos uma das formas. Através de prémios (salariais, dias de férias, bónus, etc.) conseguir-se-á que os

funcionários se sintam continuamente motivados a atingir melhorias e a cooperar com os projetos.

Para além dos incentivos, os funcionários devem sentir-se apreciados, devendo as ideias por eles transmitidas ser atentamente analisadas. A gestão de topo deve acreditar no poder da "motivação intrínseca" (auto-motivação) e não apenas na "motivação extrínseca" (coagido ou subornado a fazê-lo) (Snee e Hoerl, 2003). Assim as ideias transmitidas pelos funcionários devem ser aproveitadas e implementadas, uma vez que devido à experiência no terreno, os funcionários são uma fonte de ideias e inovação.

A motivação intrínseca pode ser gerada através de:

- Envolvimento dos trabalhadores nas equipas de melhoria e reuniões de avaliação;
- *Empowerment* dos funcionários através maiores níveis de responsabilidade;
- Formação e progressão das carreiras dos funcionários;
- Sistemas de recompensa e reconhecimento.

Passo 12: Progressão e aprendizagem

Para garantir a efetivação da implementação do Seis Sigma é necessário assegurar que a melhoria contínua e o Seis Sigma se fundem com a filosofia, visão e missão da empresa. O Seis Sigma tem de fazer parte do dia a dia da empresa. Só assim haverá a progressão sustentada e retorno efetivo desta metodologia. Para tal será necessário garantir as seguintes práticas em (Kumar *et al.*, 2011):

- Constantes revisões e avaliações dos projetos, promovendo a partilha de experiências entre funcionários e gestão;
- Revisão regular das necessidades de formação de toda a organização;
- Estimular a formação interna e a partilha de conhecimentos;
- *Benchmarking* dos principais processos da empresa para com a concorrência;

Por fim, para garantir o sucesso do Seis Sigma nas PMEs, é importante que seja implementado um plano de comunicação interno, de forma a que todos os resultados atingidos, todas as experiências vivenciadas e todo o conhecimento adquirido seja partilhado para toda a organização.

Através desta abordagem "passo a passo" Kumar *et al.* (2011) pretendem fornecer uma abordagem estruturada para uma implementação e manutenção do Seis Sigma nas PMEs. Esta metodologia foi apenas direcionado para o setor industrial, podendo, segundo os autores, ser aplicado em qualquer indústria, independentemente da sua dimensão. No entanto, a sua

implementação não será exclusiva deste setor, podendo ser utilizada a mesma abordagem noutros setores.

11. ISO 13053:2011

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma organização independente, não-governamental, com sede em Genebra, composta pelos organismos nacionais de normalização dos 161 países membros de todo o mundo.

A história ISO começou em 1946, quando representantes de 25 países se reuniram no Instituto de Engenheiros Civis de Londres, tendo decidido criar uma organização internacional para facilitar a coordenação internacional e unificação dos padrões industriais. Em fevereiro de 1947 a nova organização, ISO, começava oficialmente a operar (ISO: 22/03/2014).

Antes do aparecimento das normas ISO, na década de 90, existiam muitas normas concorrenciais de sistemas da qualidade, quer a nível local, regional, nacional e global. (Fonseca e Sampaio, 2011)

As normas ISO permitiram racionalizar essa diversidade e assim contribuir para a diminuição das barreiras ao comércio internacional, bem como aumentar a eficiência para as diversas partes interessadas (com destaque para os utilizadores), ao potenciarem a redução de um número significativo de programas da qualidade, para focar a atenção na utilização eficaz e eficiente dos recursos e na obtenção de resultados. (Fonseca e Sampaio, 2011)

Os primeiros referenciais normativos do Seis Sigma foram publicados em Setembro de 2011, tendo como título " Métodos quantitativos na melhoria de processos - Seis Sigma". Esta norma é composta por duas partes complementares:

- ISO 13053-1: Metodologia DMAIC.
- ISO 13053-2: Ferramentas e Técnicas.

Estes dois documentos pormenorizam todo o processo de implementação do Seis Sigma, desde a escolha do projeto, métricas a avaliar, ferramentas e metodologias a utilizar, organização das equipas, formação necessária, entre outros. São uma ferramenta de trabalho excelente para quem deseja iniciar um projeto Seis Sigma derivado do seu elevado grau de pormenorização.

A maior limitação presente nestes referenciais prende-se com o facto de apenas se limitar à pormenorização da metodologia DMAIC e suas ferramentas, não abrangendo a metodologia DFSS. No entanto, de acordo com a Norma ISO 13053-1, esta limitação irá ser colmatada no futuro através da publicação de outras normas.

Embora com um atraso considerável face ao aparecimento das normas da série ISO 9000 em 1987, há a expectativa que esta norma e as normas 13053-1 e 13053-2, que são complementares entre si, possam contribuir positivamente para a disseminação e a integração da metodologia Seis Sigma junto das mais de 1 milhão de organizações com sistemas de gestão certificados segundo a ISO 9001 e, assim potenciar ainda mais os seus resultados e a sua competitividade (Standardization, 2013).

12. Resultados

Este capítulo tem como objetivo a apresentação dos resultados obtidos. Inicialmente será apresentada uma análise descritiva dos resultados do questionário e posteriormente os resultados dos testes de hipóteses realizados.

12.1. Dados das Empresas

Para efeitos de caracterização da amostra, a primeira parte do questionário era composto por um conjunto de perguntas de caracterização geral das organizações, bem como dos responsáveis pelo preenchimento do questionário.

Ao nível da organização, pedia-se a cada respondente que indicasse o nome da empresa, seguido da sua dimensão (nº de trabalhadores), setor de atividade (indústria, comércio e serviços, construção civil), zona geográfica (Norte, Centro, Lisboa, Alentejo, Algarve, Região Autónoma dos Açores, Região Autónoma da Madeira) e sistemas de gestão implementados:

- ISO 9001:2008 - Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO/TS 16949:2009 - Sistema de Gestão da Qualidade para o Setor Automóvel;
- OSHAS 18001:2007/NP 4397:2008 - Sistema de Gestão da Segurança no Trabalho;
- ISO 14001:2004 - Sistema de Gestão Ambiental;
- ISO 22000:2005 - Sistema de Gestão da Segurança Alimentar;
- Outros Sistemas;
- Nenhum;

12.1.1. Dimensão das Empresas

Relativamente à dimensão da empresa, tendo em conta que se trata de PMEs, foram definidos cinco intervalos de forma a caracterizar o melhor possível as empresas. Assim e uma vez que as PMEs podem ter uma dimensão de 1 a 249 trabalhadores foram definidos os seguintes intervalos:

- 1 a 9 trabalhadores;
- 10 a 19 trabalhadores;
- 20 a 49 trabalhadores;
- 50 a 99 trabalhadores;
- 100 a 249 trabalhadores.

Como se pode constatar na ilustração 24, cerca de 40% das empresas respondentes tinham entre 20 a 49 trabalhadores, segundando-se-lhe as empresas de 10 a 19 trabalhadores. Verificamos

que 66% das PMEs respondentes tinham nos seu quadros menos de 50 trabalhadores, podendo este ser o retrato das PME portuguesas.

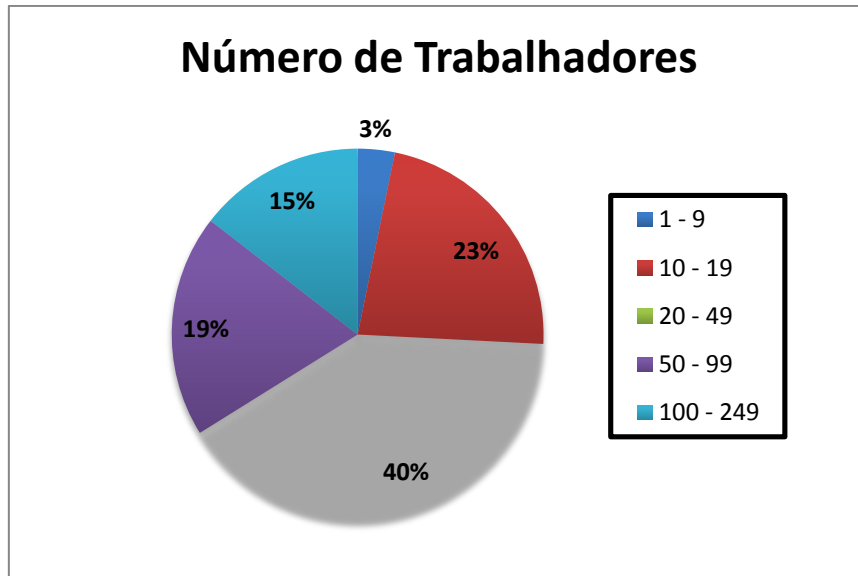


Ilustração 24 - Número de Trabalhadores

12.1.2. Setor de Atividade

Segundo a Classificação Portuguesa das Atividades Económicas. Rev. 3 (2007), existem 21 secções de atividade tendo cada secção várias subdivisões (num total de 99 subdivisões), e cada subdivisão dividindo-se em várias subclasses.

De forma a facilitar a escolha do setor de atividade por parte dos respondentes, optou-se por definir apenas três setores de atividade (indústria, comércio e serviços, e construção civil), à imagem do estipulado no Modelo 1360 do Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho.

Tal como seria espectável, o comércio e serviços (47%) e indústria (42%), representam quase a totalidade dos respondentes, representando a construção civil apenas 11%.

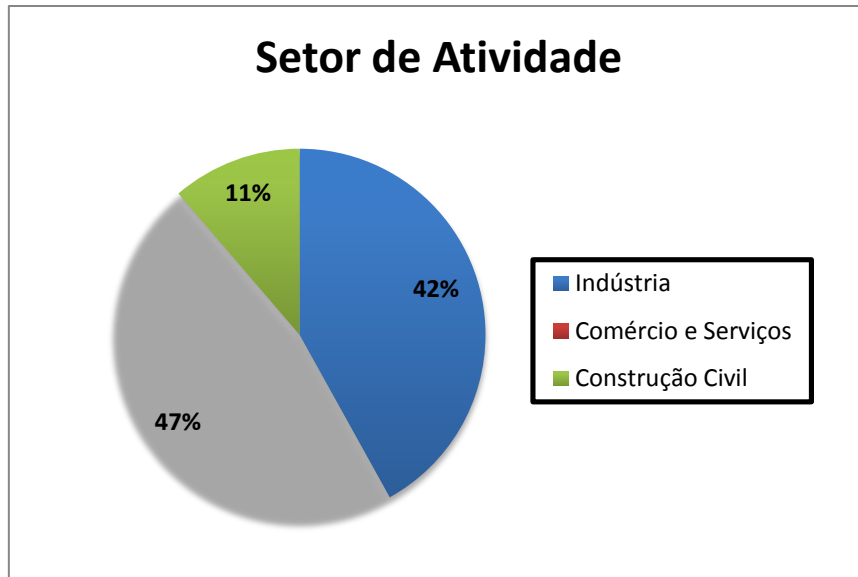


Ilustração 25 - Setor de Atividade

Isto espelha a conjuntura económica, onde os ganhos do setor da construção civil decresceram, sendo poucas as empresas de construção distinguidas como PME Excelência 2012 (apenas 76).

12.1.3. Localização Geográfica

A ilustração 26 retrata a distribuição geográfica das PME Excelência 2012. Como se pode verificar a Zona Norte é a zona com mais PME Excelência (34%) seguindo-se a Zona Centro e a Zona de Lisboa com 30% e 23% das empresas respetivamente.

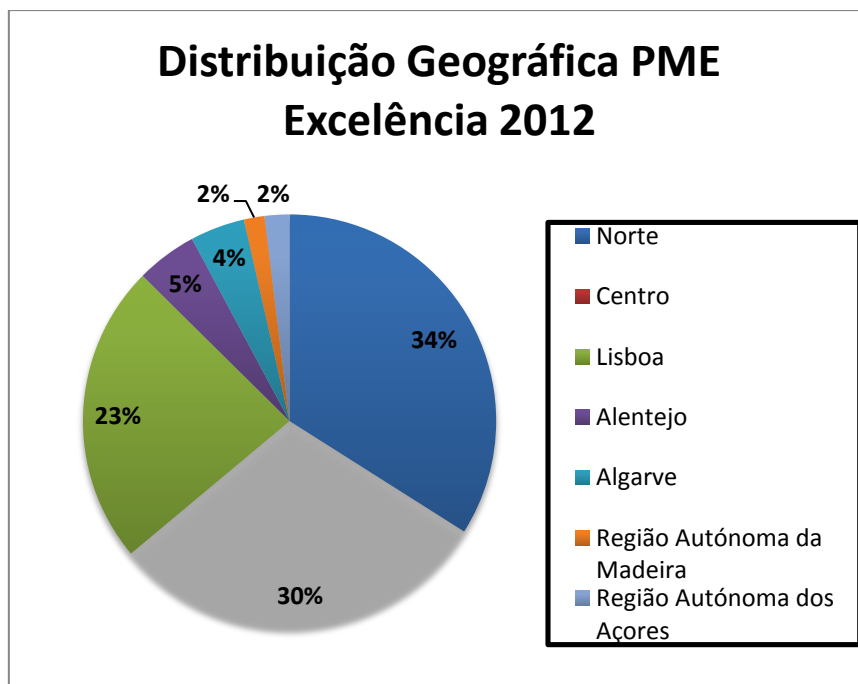


Ilustração 26 - Distribuição Geográfica PME Excelência 2012

A distribuição das respostas obtidas espelha a distribuição das PME Excelência. A grande maioria das respostas foi obtida na Zona Norte do país (48%), sendo a Zona Centro a segunda onde mais respostas foram obtidas (29%). Não obtivemos qualquer resposta da Região Autónoma dos Açores.

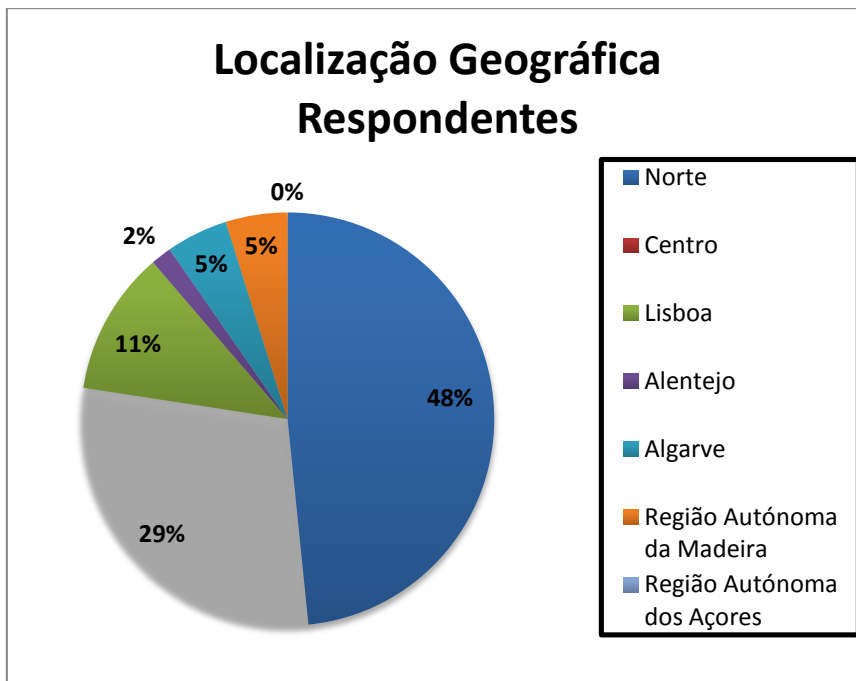


Ilustração 27 - Localização Geográfica Respondentes

12.1.4. Sistema de Gestão Implementado

Foi com grande surpresa que se verificou que cerca de 42% das empresas respondentes (25 empresas) indicaram que não tinham qualquer sistema de gestão implementado. Seria espetável que todas as PME Excelência tivessem implementado um sistema de gestão, uma vez que estas são empresas "de destaque". Este é um fator de interesse nesta investigação, onde se verifica que ainda existe caminho a percorrer no que concerne à qualidade nas PME portuguesas.

Tal como seria de esperar, o sistema de gestão da qualidade da norma ISO 9001:2008 é o principal sistema de gestão implementado, com 31 empresas certificadas (50%). As normas ISO 22000:2005 e ISO/TS 16949:2009 não se encontravam implementados em nenhuma das empresas respondentes.

Relativamente a outros sistemas de gestão implementados nas empresas (ilustração 28), oferece-se um especial destaque ao sistema de gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (NP 4457:2007), implementado em 4 empresas. Destaca-se também sistema HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*), implementado em 2 empresas.

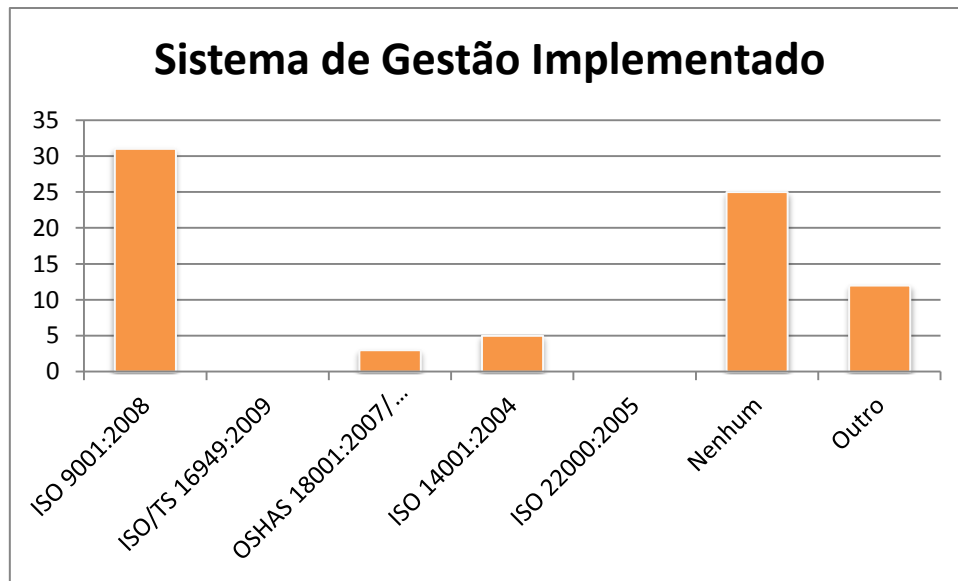


Ilustração 28 - Sistema de Gestão Implementado



Ilustração 29 - Outros Sistemas de Gestão

12.2. Dados do Responsável pelo Preenchimento

Foi incluído no questionário um conjunto de perguntas direcionadas aos respondentes e não à empresa. Estas questões (três), tem como objetivo caracteriza-los e aferir a fidedignidade das suas respostas. As questões introduzidas estavam relacionadas com as suas funções na empresas; o seu nível de formação académica e o seu conhecimento na metodologia Seis Sigma.

12.2.1. Função na Empresa

No questionário os respondentes poderiam selecionar um conjunto de cargos pré-definidos, bem como selecionar a opção "outro", onde poderiam colocar o seu cargo caso saísse fora das opções estabelecidas.

Ao ser utilizado o Questionário *Online* não direcionado, corre-se o risco de este ser respondido muitas vezes por pessoas que não têm a informação necessária para o fazer. Através da introdução da questão "função na empresa" conseguimos facilmente identificar questionários com informação pouco fiável, conseguindo perceber se foi a pessoa mais indicada a responder a às questões.

Como se poderá verificar na ilustração 29, o Questionário foi respondido maioritariamente por alguém responsável pela qualidade, ambiente e segurança da empresa (27 dos respondentes), seguindo-se o administrador/CEO/diretor geral das empresas (14 dos respondentes). Sem dúvida estas são as pessoas mais indicadas para o preenchimento do Questionário.

Doze respondentes assinalaram a opção "outro", sendo o cargo de responsável financeiro/ contabilista os mais mencionados (8 respondentes).

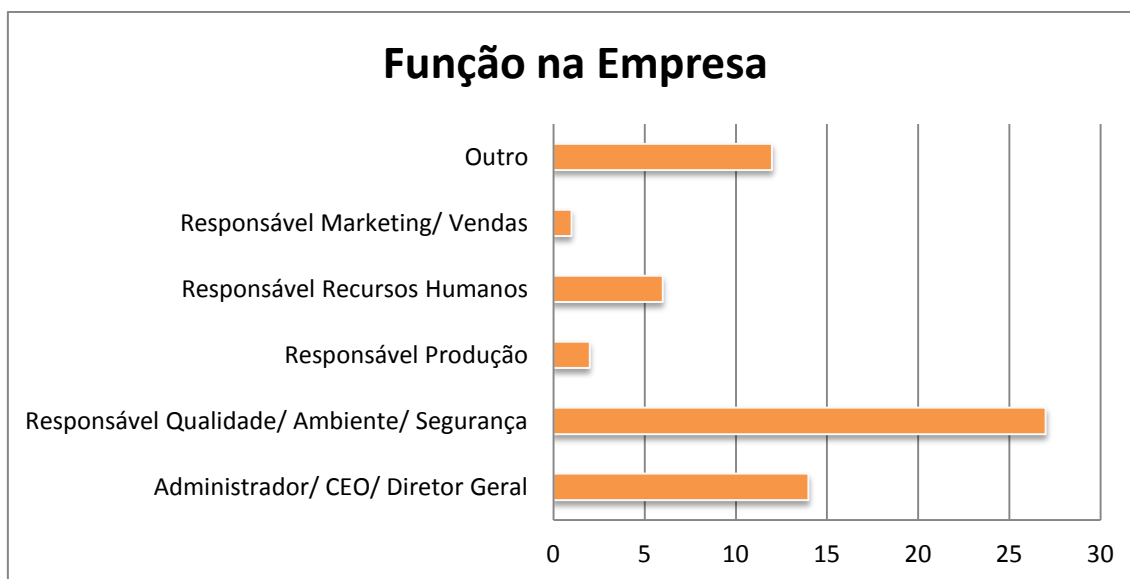


Ilustração 30 - Função na Empresa

12.2.2. Formação Académica

Relativamente à formação académica, como podemos verificar na ilustração 30, quase todos os respondentes afirmaram ter o grau de licenciatura (40 dos respondentes) sendo que 5 respondentes possuíam o grau de bacharelato e 9 o grau de mestre. Apenas 8 respondentes afirmaram possuir apenas o nível de ensino secundário. Estes dados demonstram que 87% dos

respondentes possuem formação académica superior. Nenhum dos respondentes possuía nível académico abaixo do nível secundário e nenhum possuía o grau de Doutoramento.

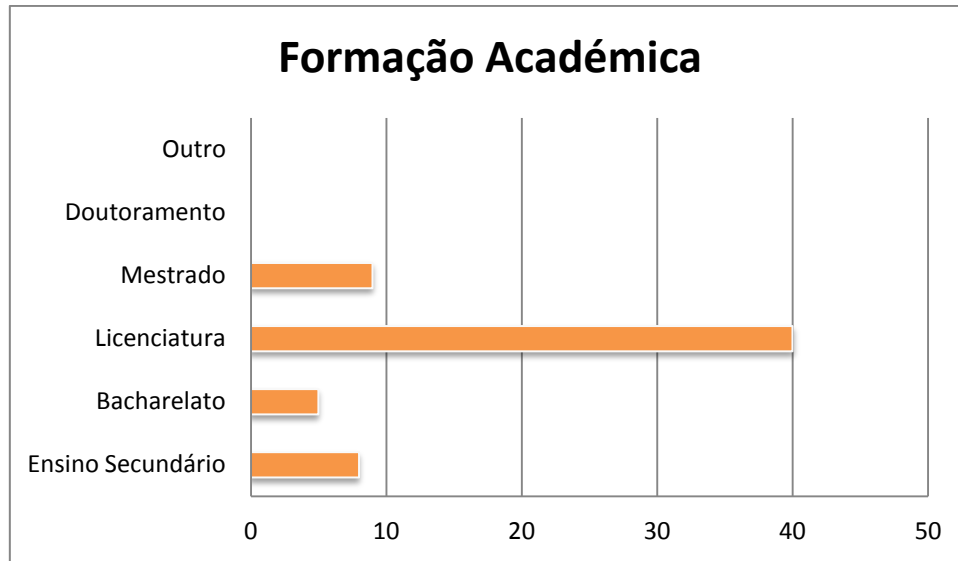


Ilustração 31 - Formação Académica

12.2.3. Nível de Conhecimento em Seis Sigma

Quando questionados sobre o grau de conhecimento em Seis Sigma mais de metade dos respondentes (58%) afirmaram níveis baixos (fraco e insuficiente). Isto de facto vem demonstrar que o Seis Sigma ainda não é uma metodologia popular e explorada nas PME portuguesas.

Seria de esperar um nível de conhecimento superior, uma vez que 58% das empresas respondentes estão familiarizadas com sistemas de gestão e 50% das mesmas tem a norma ISO 9001:2008 implementada, no entanto, isso não se verifica, tendo-se isto revelado um fator interessante do estudo.

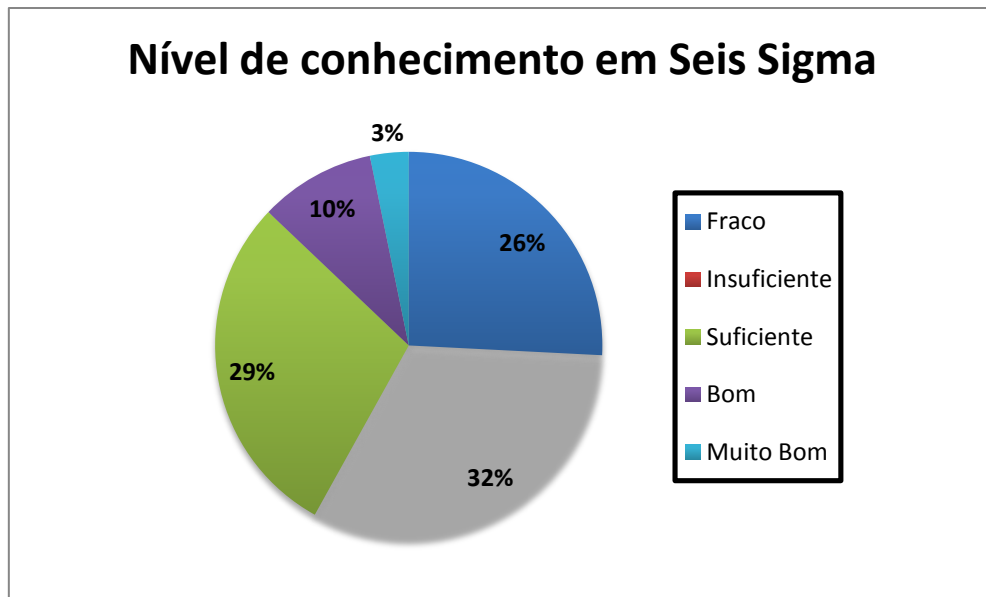


Ilustração 32 - Nível de Conhecimento em Seis Sigma

12.3. O Seis Sigma é Utilizado na Sua Empresa?

Conceição e Major (2011) apresentaram um estudo sobre a adoção do Seis Sigma nas 500 maiores empresas portuguesas. Esse estudo tinha como objetivo verificar o nível de conhecimento da abordagem Seis Sigma pelos gestores portugueses; avaliar o grau de adoção do Seis Sigma nas maiores empresas a operar em Portugal; identificar as características das grandes empresas que adoptam o Seis Sigma e determinar os fatores que conduziram à adoção desta metodologia.

Relativamente ao grau de adoção do Seis Sigma, verificou-se através desse estudo que 17,4% das empresas inquiridas implementavam esta metodologia. As empresas que a adotavam eram na sua maioria do setor do comércio, com um número de trabalhadores entre os 100 e os 200 (pequenas e médias empresas).

O que se verificou nesta investigação é que quando questionadas sobre a adoção ou não desta metodologia, todas as empresas responderam "não".

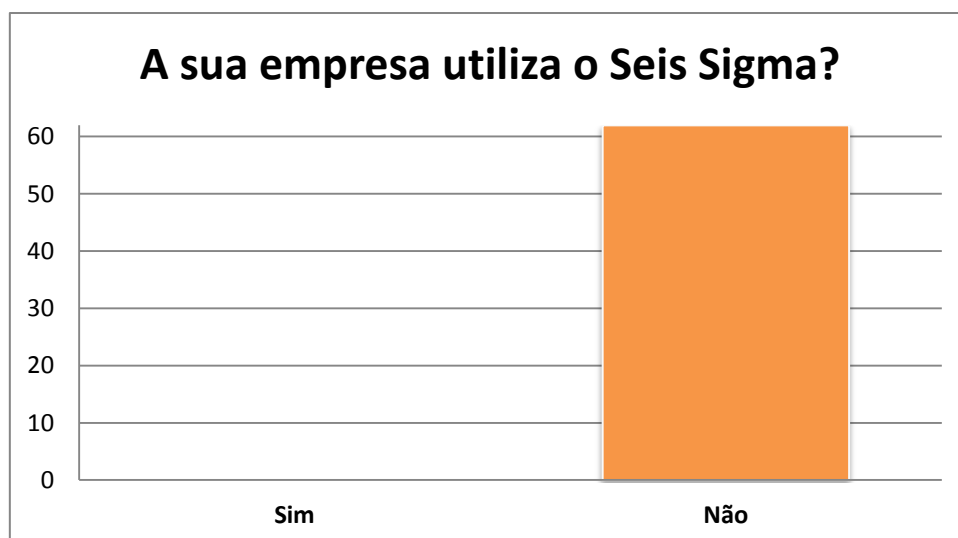


Ilustração 33 - Implementação do Seis Sigma nas PME Excelência 2012

12.4. Motivações para a Não Implementação

O secção 3 do Questionário era, tal como explicado anteriormente, direcionado às empresas que não implementavam esta metodologia, com o objetivo de perceber quais os motivos que levam à não adoção da mesma, e se existe ou não intenção de a implementar no futuro. Esta secção também continha duas perguntas de opinião, onde se pedia para os respondentes classificarem as afirmações:

- O Seis Sigma é uma metodologia adequada às PMEs;
- O Seis Sigma é uma mais valia para as PMEs.

Estas duas perguntas tinham como objetivo perceber de que forma é que o Seis Sigma é encarado nas PMEs portuguesas.

12.4.1. Motivos que Levam à Não Adoção do Seis Sigma

A primeira questão da secção 3 enumerava um conjunto de motivações para a não adoção dos Seis Sigma, tendo os inquiridos de classificar cada uma delas, evidenciando os motivos que levaram a empresa a não adotar esta metodologia.

Após a análise das respostas efetuou-se uma média das avaliações de cada motivação, de forma a verificar quais as motivações que apresentaram maiores resultados (quais as principais motivações que levaram as empresas a não adotar o Seis Sigma).

Tal como se verifica na ilustração 34, existem três principais motivos que levam as PME a não adotar esta metodologia, sendo eles:

- Existência de mecanismos de melhoria satisfatório (Média: 3.39; DP: 0.93);

- Satisfação com os sistemas de gestão existentes (Média: 3.42; DP: 1.05);
- Satisfação com os níveis de qualidade existentes (Média: 3.44; DP: 1.07);

Deve dar-se também um especial destaque às motivações "desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas (Média: 3.05; DP: 1.19) e défice de recursos humanos (Média: 3.02; DP: 1.03).

A motivação com menor classificação foi "indisponibilidade financeira" (Média: 2.47; DP: 0.97).

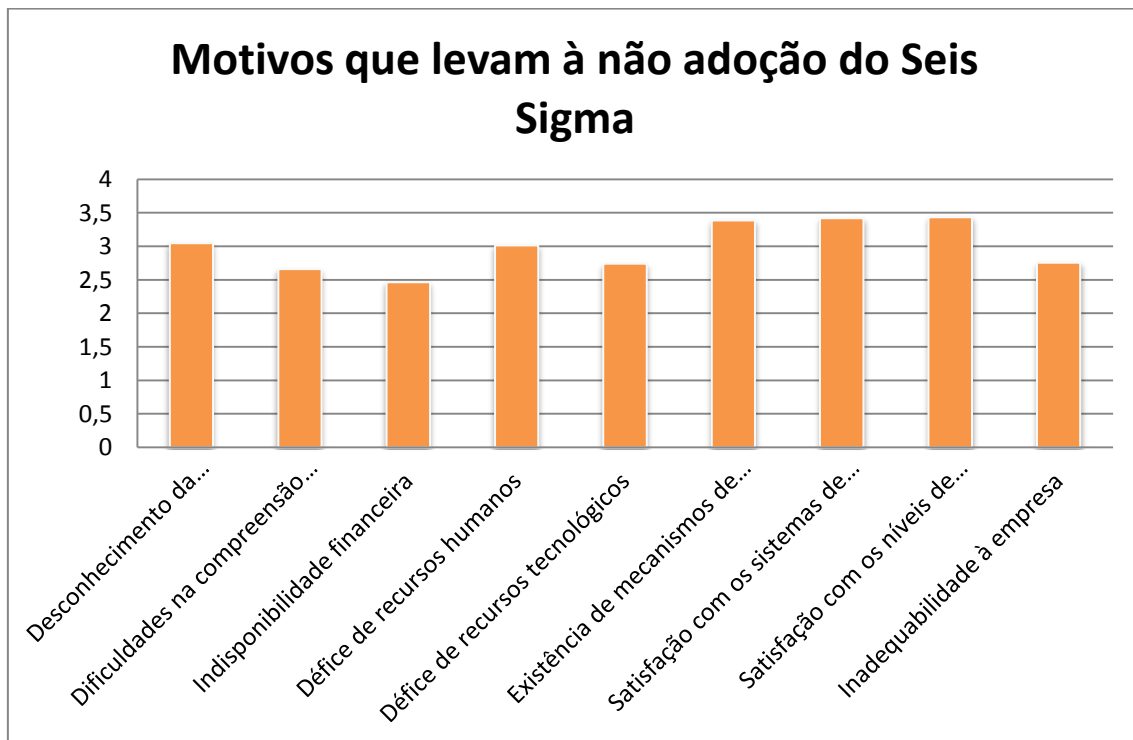


Ilustração 34 - Motivos que levam à não adoção do Seis Sigma

12.4.2. Intenção de Implementar o Seis Sigma

A segunda questão da secção 3 interrogava os inquiridos sobre a intenção ou não de implementarem o Seis Sigma no futuro. Apenas 6% dos inquiridos responderam "sim" a essa questão, no entanto, 65% das empresas responderam "talvez", deixando em aberto uma possibilidade de implementação futura.

Cerca de 29% das empresas responderam "não" a essa questão, não sendo assim o Seis Sigma um rumo a seguir para essas empresas.

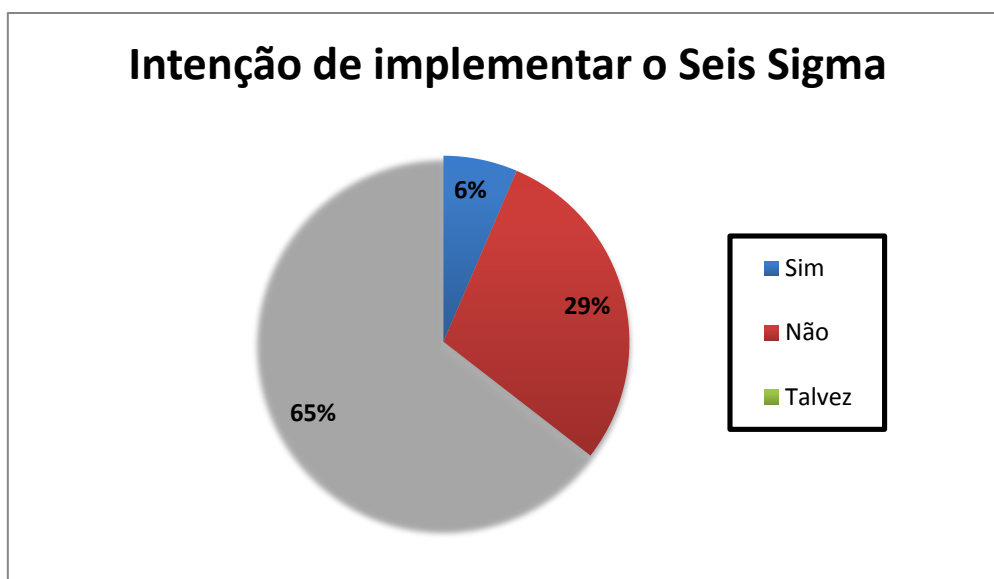


Ilustração 35 - Intenção de implementar o Seis Sigma

12.4.3. Questões de Opinião

Tal como referido anteriormente, a secção 3 continha duas perguntas de opinião sobre o Seis Sigma e as PMEs. A resposta a estas duas questões demonstram a falta de conhecimento gerado em torno do Seis Sigma.

Quando questionados sobre a adequação da metodologia Seis Sigma às PMEs, 51% das empresas responderam "Nem concordo nem discordo", havendo assim uma indecisão no que concerne à adequabilidade desta metodologia às PMEs que resulta talvez de uma falta de conhecimento sobre o tema, não havendo uma opinião formada. Já 45% dos respondentes afirmam concordar com a adequabilidade desta metodologia às PMEs, tendo apenas 4% respondido que discordava quanto à adequabilidade.

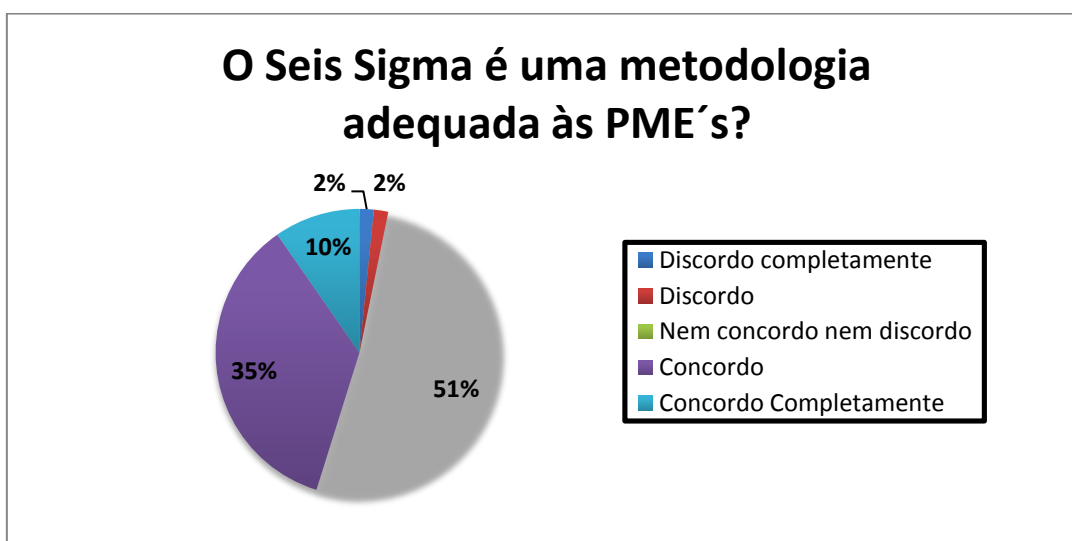


Ilustração 36 - Adequabilidade do Seis Sigma às PMEs

Relativamente à afirmação "O Seis Sigma é uma mais valia para as PMEs" as respostas foram bastante semelhantes, havendo 49% de respondentes sem opinião ("Não concordo nem discordo"), 48% que concordam e 3% que não concordam que esta metodologia é uma mais valia para as PMEs.

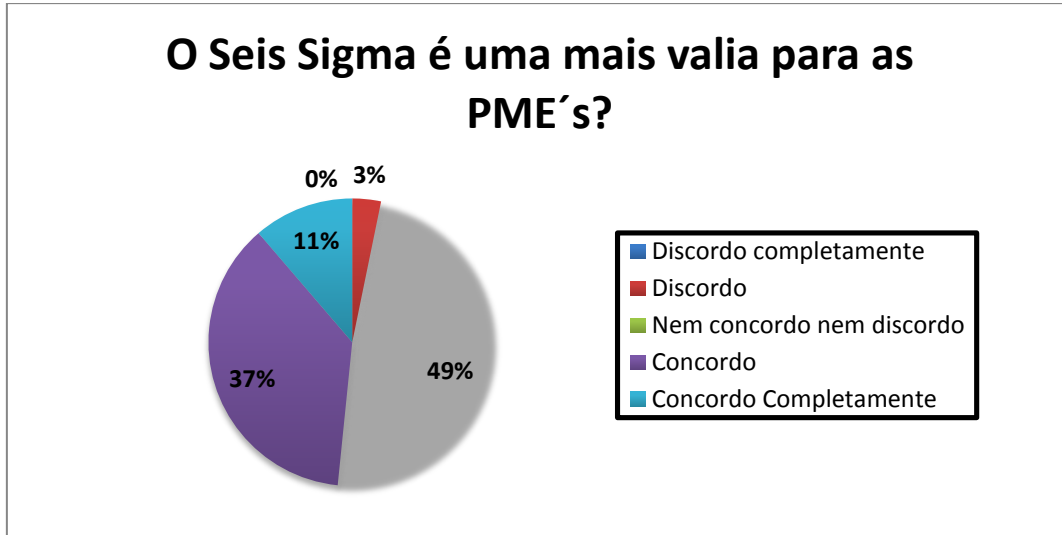


Ilustração 37 - Mais valia do Seis Sigma

12.5. Testes Realizados

12.5.1. Relação Entre o Nível de Conhecimento em Seis Sigma e a Função na Empresa

Como se verifica na análise descritiva dos resultados, 58% dos respondentes demonstraram ter baixos níveis de conhecimento no que concerne ao Seis Sigma. Este pode ser uma das condicionantes para a não implementação do Seis Sigma nas PME portuguesas.

Uma vez que a decisão de implementar esta metodologia pertencerá à gestão de topo e ao(s) responsável(s) pela qualidade, seria interessante perceber qual o nível de conhecimento destes relativamente ao Seis Sigma e se de facto existe relação entre o nível de conhecimento e o cargo ocupado na empresa.

Através de uma análise cruzada do "Nível de Conhecimento em Seis Sigma" por "Função na Empresa", verificamos que o nível de conhecimento dos "Administrador/CEO/Diretor Geral" é relativamente inferior ao nível de conhecimento dos "Responsável Qualidade/ Ambiente/ Segurança" e "Outros Cargos".

Tabela 6 - Resumo da Análise Cruzada

Cargo	Nível médio de Conhecimento	Desvio Padrão
Administrador/CEO/Diretor Geral	1.71	0.825
Responsável Qualidade/ Ambiente/ Segurança	2.59	1.010
Outros Cargos	2.38	1.161

Com o objetivo de verificar se o nível médio de conhecimento em Seis Sigma é estatisticamente igual nos três grupos considerados, realizou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Foi escolhido o teste não paramétrico uma vez que os dados não apresentavam uma distribuição normal, como comprovam os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk (tabela 7).

Os testes de hipóteses dividem-se em paramétricos e não paramétricos. Os paramétricos são aqueles que utilizam os parâmetros da distribuição, ou uma estimativa destes, para o cálculo de sua estatística. Normalmente, estes testes são mais rigorosos e possuem mais pressuposições para sua validação. Já os não paramétricos utilizam, para o cálculo de sua estatística, postos atribuídos aos dados ordenados e são livres da distribuição de probabilidades dos dados estudados (Reis e Júnior, 2007).

Tabela 7 - Teste à normalidade

Função na empresa		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nível de Conhecimento em Seis Sigma	Administrador/CEO/Diretor Geral	.307	14	.001	.767	14	.002
	Responsável Qualidade/ Ambiente/ Segurança	.212	27	.003	.906	27	.018
	Outros Cargos	.248	21	.002	.889	21	.022

Foram assim geradas duas hipóteses para este estudo:

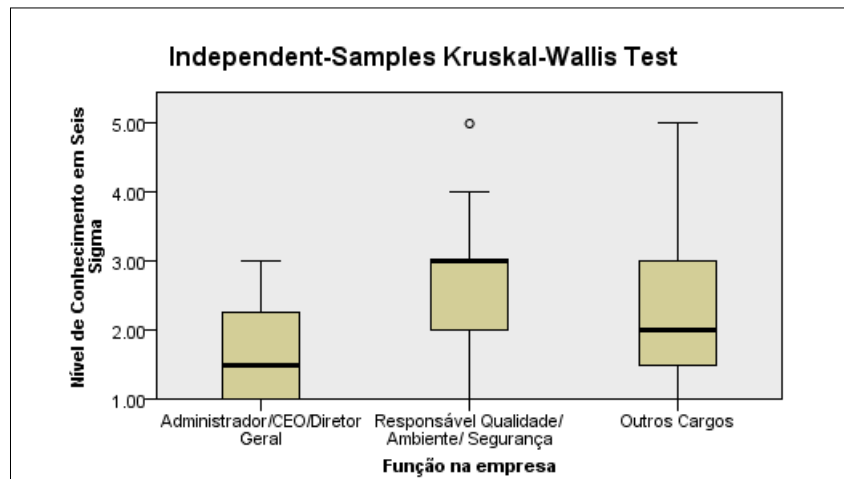
- H0: O nível médio de conhecimento em Seis Sigma é igual entre os três grupos considerados;
- H1: O nível médio de conhecimento em Seis Sigma é diferente entre os três grupos considerados;

Para o estudo das hipóteses foi aplicado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Este teste é uma extensão do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, tratando-se de um teste não paramétrico utilizado para comparar três ou mais populações. Ele é usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes (Estatcamp: 24/06/2014).

Tabela 8 - Resumo Teste de Hipóteses

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Nível de Conhecimento em Seis Sigma is the same across categories of Função na empresa.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.035	Reject the null hypothesis.
Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.				

Tabela 9 - Teste Kruskal-Wallis



Através dos resultados obtidos rejeita-se a hipótese nula, podendo afirmar com um nível de confiança de 95% que existem diferenças significativas no nível médio de conhecimento em Seis Sigma entre os três grupos. Curiosamente, verifica-se que é o grupo Administrador/CEO/Diretor Geral que apresenta um menor nível médio de conhecimento em Seis Sigma.

12.5.2. Relação Entre o Nível de Escolaridade e o Nível de Conhecimento em Seis Sigma

A formação é um fator fundamental para o sucesso de uma empresa, devendo esta apostar na qualificação dos seus recursos humanos como meio para atingir maiores graus de eficiência, rentabilidade e qualidade nos serviços prestados.

Após a análise dos resultados, verificou-se que 87% dos respondentes possuíam formação superior, sendo que apenas 8 possuíam níveis de ensino ao nível do secundário.

De forma a verificar o papel da formação no grau de conhecimento em Seis Sigma dos respondentes, formulou-se um teste de hipóteses com o objetivo de verificar se ao possuir ensino superior, o respondente tem um maior grau de conhecimento em Seis Sigma do que um respondente com menores habilitações literárias (ensino secundário).

Este estudo seguiu os mesmos passos que o estudo anterior. Através da análise cruzada do "Nível de Conhecimento em Seis Sigma" por "Nível de formação académica" verificamos que existe uma ligeira diferença entre os dois grupos ao nível de conhecimento em Seis Sigma, tendo o grupo "Ensino Superior" um conhecimento superior (2,45) do que o grupo "Ensino Secundário" (1,75).

Tabela 10 - Resumo da Análise Cruzada

Nível de Formação Académica	Nível médio de Conhecimento	Desvio Padrão
Ensino Secundário	1.75	0.886
Ensino Superior	2.45	1.073

Após a análise dos resultados, pretendeu-se verificar se o nível médio de conhecimento em Seis Sigma é estatisticamente igual entre os dois grupos de respondentes considerados (Ensino Secundário e Ensino Superior). Desta forma perceberíamos se o nível de formação académica estaria ou não diretamente relacionado com o grau de conhecimento em Seis Sigma. Com esse objetivo, realizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney U Test, uma vez que os dados não seguiam uma distribuição normal, tal como comprovado através dos testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk (tabela 11).

Tabela 11 - Teste à normalidade

Nível de formação académica		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nível de Conhecimento em Seis Sigma	Ensino Secundário	.301	8	.031	.782	8	.018
	Ensino Superior	.203	54	.000	.896	54	.000

Foram geradas duas hipóteses para este estudo:

- H0: O nível médio de conhecimento em Seis Sigma é igual entre os dois grupos considerados;
- H1: O nível médio de conhecimento em Seis Sigma é diferente entre os dois grupos considerados;

Para o estudo das hipóteses foi aplicado o teste não paramétrico Mann-Whitney U Test. Este teste é não paramétrico aplicado para duas amostras independentes. Pode ser utilizado para testar a hipótese nula que afirma que as médias populacionais são as mesmas para os dois grupos. Este teste não exige que as populações tenham a mesma variância (Pocinho, 2010).

Tabela 12 - Resumo Teste de Hipóteses

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Nível de Conhecimento em Seis Sigma is the same across categories of Nível de formação académica.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.106	Retain the null hypothesis.
Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.				

Através dos resultados obtidos, mantém-se a hipótese nula, podendo afirmar com um nível de confiança de 95% que não existe relação entre o grau de formação académica e o nível do conhecimento em Seis Sigma.

12.5.3. Relação Entre a Dimensão da Empresa e os Motivos Para a Não Implementação

Através da primeira pergunta da secção 3 ficaram evidenciadas quais as principais motivações que levam as empresas a não adotar o Seis Sigma. Cada motivação tinha diferentes pesos para cada empresa.

De forma a averiguarmos a existência de diferenças significativas na resposta a estas questões, formulou-se um teste de hipóteses com o objetivo de estudar a relação entre a dimensão das empresas e os motivos que levaram as mesmas a não utilizar esta metodologia.

Foram formados dois grupos para este estudo, empresas com 1 a 49 trabalhadores e empresas com 50 a 249 trabalhadores. Tal como nos estudos anteriores, inicialmente, realizou-se a análise cruzada dos dados.

Tabela 13 - Resumo da Análise Cruzada

Dimensão da Empresa	Motivação	Valor médio	Desvio Padrão
1 - 49 Trabalhadores	Desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas	3.00	1.225
50 - 249 Trabalhadores		3.14	1.153
1 - 49 Trabalhadores	Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas	2.59	1.048
50 - 249 Trabalhadores		2.81	1.078
1 - 49 Trabalhadores	Indisponibilidade financeira	2.54	0.977
50 - 249 Trabalhadores		2.33	0.966
1 - 49 Trabalhadores	Défice de recursos humanos	3.02	1.060
50 - 249 Trabalhadores		3.00	1.000
1 - 49 Trabalhadores	Défice de recursos tecnológicos	2.68	0.907
50 - 249 Trabalhadores		2.86	0.854
1 - 49 Trabalhadores	Existência de mecanismos de melhoria satisfatórios	3.34	0.965
50 - 249 Trabalhadores		3.48	0.873
1 - 49 Trabalhadores	Satisfação com os sistemas de gestão existentes	3.29	1.101
50 - 249 Trabalhadores		3.67	0.913
1 - 49 Trabalhadores	Satisfação com os níveis de qualidade existentes	3.44	1.097
50 - 249 Trabalhadores		3.43	1.028
1 - 49 Trabalhadores	Inadequabilidade à empresa	2.71	1.055
50 - 249 Trabalhadores		2.86	0.793

Através da análise da tabela 13 constatamos que as classificações são semelhantes entre os dois grupos considerados, verificando-se que para o grupo "50 - 249 Trabalhadores" a principal motivação para a não implementação do Seis Sigma, é a "Satisfação com os sistemas de gestão existentes", sendo a motivação "Satisfação com os níveis de qualidade existentes" a principal

apontada pelo grupo "1 - 49 Trabalhadores". Para os dois grupos, a motivação com menor peso foi a "Indisponibilidade Financeira".

Constata-se assim que o peso de cada motivação varia de acordo com a dimensão da empresa.

De forma a apurar se esta diferença encontrada seria estatisticamente significativa, foram geradas duas hipóteses de estudo:

- H0: O nível médio de importância de cada motivação é igual entre os dois grupos;
- H1: O nível médio de importância de cada motivação é diferente entre os dois grupos;

Tal como nos estudos anteriores foi testada a normalidade da amostra através do teste Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk.

Tabela 14 - Teste à normalidade

Dimensão da Empresa		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas	1 - 49 Trabalhadores	.183	41	.001	.913	41	.004
	50 - 249 Trabalhadores	.216	21	.012	.913	21	.062
Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas	1 - 49 Trabalhadores	.215	41	.000	.897	41	.001
	50 - 249 Trabalhadores	.237	21	.003	.912	21	.061
Indisponibilidade financeira	1 - 49 Trabalhadores	.243	41	.000	.889	41	.001
	50 - 249 Trabalhadores	.231	21	.005	.875	21	.012
Défice de recursos humanos	1 - 49 Trabalhadores	.223	41	.000	.910	41	.003
	50 - 249 Trabalhadores	.262	21	.001	.899	21	.034
Défice de recursos tecnológicos	1 - 49 Trabalhadores	.295	41	.000	.862	41	.000
	50 - 249 Trabalhadores	.328	21	.000	.823	21	.001
Existência de mecanismos de melhoria satisfatórios	1 - 49 Trabalhadores	.215	41	.000	.891	41	.001
	50 - 249 Trabalhadores	.297	21	.000	.815	21	.001
Satisfação com os sistemas de gestão existentes	1 - 49 Trabalhadores	.179	41	.002	.915	41	.005
	50 - 249 Trabalhadores	.262	21	.001	.833	21	.002
Satisfação com os níveis de qualidade existentes	1 - 49 Trabalhadores	.183	41	.001	.904	41	.002

	50 - 249 Trabalhadores	.196	21	.035	.908	21	.049
Inadequabilidade à empresa	1 - 49 Trabalhadores	.292	41	.000	.837	41	.000
	50 - 249 Trabalhadores	.333	21	.000	.786	21	.000

Verificou-se que os dados não apresentavam uma distribuição normal, aplicando-se assim os testes não-paramétricos (Teste U Mann-Whitney) para a verificação da existência ou não de uma relação entre nível de importância dada a cada motivação e a dimensão da empresa.

Tabela 15 - Resumo Teste de Hipóteses

Hypothesis Test Summary			
	Null Hypothesis	Test	Sig. Decision
1	The distribution of Desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.694 Retain the null hypothesis.
2	The distribution of Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.377 Retain the null hypothesis.
3	The distribution of Indisponibilidade financeira is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.470 Retain the null hypothesis.
4	The distribution of Défice de recursos humanos is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.944 Retain the null hypothesis.
5	The distribution of Défice de recursos tecnológicos is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.368 Retain the null hypothesis.
6	The distribution of Existência de mecanismos de melhoria satisfatórios is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.474 Retain the null hypothesis.
7	The distribution of Satisfação com os sistemas de gestão existentes is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.162 Retain the null hypothesis.
8	The distribution of Satisfação com os níveis de qualidade existentes is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	1.000 Retain the null hypothesis.
9	The distribution of Inadequabilidade à empresa is the same across categories of Dimensão da Empresa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.584 Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Após a análise dos resultados, mantém-se a hipótese nula, podendo ser afirmado com um nível de confiança de 95% que não existe relação entre a dimensão das empresas e as motivações que levaram à não implementação do Seis Sigma.

13. Discussão dos Resultados

Apesar do estudo ter algumas limitações no que concerne à taxa de resposta, foi possível obter resultados bastante interessantes no que respeita à caracterização das PME portuguesas e implementação do Seis Sigma.

Neste estudo foi escolhida uma população alvo muito específica, as PME Excelência 2012, população escolhida devido à sua posição no mercado e à sua estabilidade económica. As empresas respondentes eram na sua maioria da região norte, compostas por 20 a 49 trabalhadores, sendo o principal setor o Comércio e Serviços.

Através da caracterização das empresas verificou-se uma condição que na opinião do autor não seria espectável. Apesar do lugar de destaque apresentado pelas PME Excelência, constatou-se que 42% das empresas não possuíam qualquer sistema de gestão. Apesar das provas dadas do efeito positivo dos sistemas de gestão nas empresas, existem ainda bastantes PME que não deram esse passo. Existe assim um longo caminho a percorrer pelas PME portuguesas no que concerne à qualidade, sendo por isso natural que metodologias como o Seis Sigma ainda não tenham vingado neste nicho.

Como seria de esperar o sistema de gestão mais utilizado pelas PME é o sistema de gestão da qualidade da Norma ISO 9001:2008, com 50% das PME certificadas por esta norma.

Em Portugal a Norma ISO 9001:2008 é sem dúvida a norma com maior impacto junto das organizações. Segundo a *International Organization for Standardization* existiam em 2013 7041 empresas certificadas pela Norma ISO 9001:2008. Esta é assim uma norma de destaque, tendo em conta que a Norma 14001:2004 apenas possui 1326 empresas certificadas, sendo a segunda norma com mais impacto junto das empresas portuguesas.

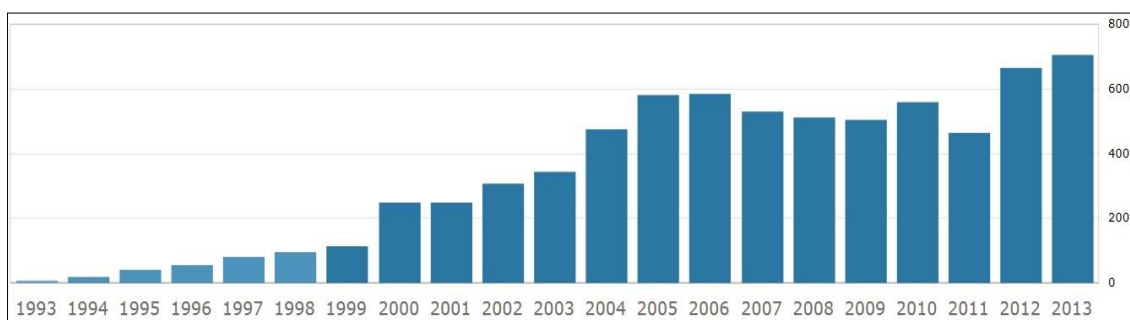


Ilustração 38 - Evolução da ISO 9001 em Portugal

Fonte: www.iso.org

Relativamente à implementação do Seis Sigma nas PMEs, verificou-se que esta metodologia não era utilizada por nenhuma das empresas respondentes. De forma a podermos explicar esta situação teremos de ter em conta a influência de vários fatores.

Através da revisão bibliográfica constatou-se que não há nada nesta metodologia que a torne não aplicável às PMEs, tendo sido possível verificar vários casos de implementação do Seis Sigma em PMEs tanto em Portugal como no resto do mundo.

No seu estudo sobre a adoção do Seis Sigma pelas 500 maiores empresas portuguesas, Conceição e Major (2011) identificaram que das 67 empresas respondentes, 12 delas implementavam o Seis Sigma, sendo que 6 eram PMEs (9%). Já Luis Fonseca *et al.* (2011) no seu estudo em empresas portuguesas certificadas pela APCER, demonstrou que 8.27% das empresas respondentes afirmavam utilizar Programas Qualidade Total, *Lean* e Seis Sigma.

No Brasil, Andrietta e Miguel (2007) identificaram no seu estudo que 34,6% das empresas que implementavam esta metodologia eram empresas de tamanho médio, com um número de trabalhadores compreendidos entre os 51 e os 500. Os autores verificaram também que a implementação do Seis Sigma no Brasil tinha tido o seu início nos anos 90 (1995) sendo que o pico da adoção desta metodologia se deu no ano de 2000, tendo os autores justificado este fenómeno como o resultado dos ganhos obtidos pelo Grupo Brasmotor e pela General Electrics, que terá incentivado à procura e adoção do Seis Sigma pelas empresas brasileiras.

Já no Reino Unido, Antony J. *et al.* (2008) verificaram no seu estudo que 27% das PMEs implementavam o Seis Sigma, embora apenas utilizassem em média esta metodologia há pouco mais de um ano.

Embora neste estudo tenha sido constatado que nenhuma empresas utilizava esta metodologia, isto não significa que não existam PMEs a implementar o Seis Sigma. A escolha da população alvo e a baixa taxa de resposta poderão ter condicionado as conclusões.

Esta metodologia no entanto não é tão conhecida pelas empresas como outras iniciativas da qualidade como Normas ISO, *Lean*, *Kaizen*, entre outras. Isto verifica-se não só no nível de conhecimento em Seis Sigma demonstrado pelos respondentes (58% dos respondentes afirmam ter níveis baixos de conhecimento), mas também através de estudos que demonstram que o Seis Sigma ainda é um conceito recente para as PMEs (Fonseca & Sampaio, 2011).

No seu estudo sobre a aplicação do Seis Sigma em PMEs do setor da distribuição alimentar, Nabhani e Shokri (2007) verificaram que o Seis Sigma é um conceito relativamente recente neste setor. Os autores apuraram que apenas 35.7% dos respondentes conheciam a metodologia Seis Sigma, sendo que o conhecimento de outras iniciativas da qualidade como *Just in Time* e

Kaizen era superior (71.5% e 43% respetivamente). No mesmo sentido, Mehmet Taner (2012) afirma que as PMEs turcas ainda se encontram no estágio inicial da implementação do Seis Sigma.

Para além do desconhecimento da metodologia, existem vários fatores que levam as PMEs a não adotar o Seis Sigma.

Quando questionados sobre quais os motivos que levam à não adoção desta metodologia, as PME Excelência 2012 destacaram a "Existência de mecanismos de melhoria satisfatórios", "Satisfação com os sistemas de gestão existentes" e "Satisfação com os níveis de qualidade existentes". Através da realização dos testes não-paramétricos constatou-se que não existia qualquer relação entre a dimensão das empresas e as motivações que levaram à não adoção desta metodologia.

Na opinião do autor, o desconhecimento leva a que as empresas se sintam satisfeitas com o seu estado atual, quando existem mecanismos de melhoria como o Seis Sigma e outros que muito possivelmente podem elevar as empresas a outro patamar. O receio da mudança e o "medo do desconhecido" também poderão conduzir à não aposta nestas metodologias.

No estudo de Mehmet Taner (2012) foram identificados os principais fatores que levam as PMEs turcas a não adotar a metodologia Seis Sigma. A tabela 19 demonstra as principais razões identificadas, sendo que todas as empresas (100%) identificaram como principal entrave a falta de conhecimento.

Tabela 16 - Fatores que levam à não adoção do Seis Sigma (PMEs Turquia)

Adaptado de: Mehmet Taner (2012)

Razões para a não implementação do Seis Sigma	%
Falta de conhecimento sobre o sistema	100%
Condescendência/ Preferem o sistema atual	96.43%
Disponibilidade dos funcionários/ Tempo disponível para os projetos	78.57%
Existência de outras iniciativas da qualidade como normas ISO	17.86%
Custo	14.29%

Como principais fatores para a não adoção do Seis Sigma nas PMEs do Reino Unido, Antony J. *et al.* (2008) destaca também a falta de conhecimento sobre a metodologia e insuficientes recursos.

Tabela 17 - Fatores que levam à não adoção do Seis Sigma (PMEs Reino Unido)**Adaptado de: Antony J. et al. (2008)**

Razões para a não implementação do Seis Sigma	%
Falta de conhecimento em Seis Sigma	35%
Recursos Insuficientes	26%
O Sistema de Qualidade existente é suficiente	20%
Não é requerido pelos clientes	11%
Não encontram benefícios na implementação	8%

Embora não tenha sido apontado como principal fator pelas PMEs respondentes, na opinião do autor, o desconhecimento da metodologia é o principal fator que leva à não adoção do Seis Sigma.

Como verificamos no teste de hipóteses, existem diferenças significativas entre cargos ao nível do conhecimento em Seis Sigma, sendo o grupo "Administrador/CEO/Diretor Geral" o que apresenta um menor nível médio de conhecimento em Seis Sigma. Uma vez que a decisão de implementar esta metodologia passará sempre pelos gestores de topo, ao não existir conhecimento sobre a mesma, não se compreenderá as vantagens que esta apresenta.

Talvez se conhecessem um pouco melhor a metodologia, compreenderiam que os níveis de qualidade são sempre melhoráveis, e que o Seis Sigma pode ser um excelente complemento do sistema de gestão existente, não havendo assim motivos para não utilizar esta metodologia.

Outro indício da falta de conhecimento nesta área está demonstrado na resposta às perguntas de opinião sobre a adequação e mais valia do Seis Sigma nas PMEs, onde ficou demonstrada bastante indecisão por parte dos inquiridos.

O desconhecimento é, desta forma, uns dos principais entraves à implementação do Seis Sigma nas PMEs.

Através da realização dos testes não-paramétricos constatou-se que não existiam evidências estatísticas que apontassem para uma correlação entre o grau de escolaridade e o grau de conhecimento desta metodologia. Apesar de 87% dos respondentes terem formação superior, verifica-se que o nível de conhecimento destes é semelhante ao nível de conhecimento dos respondentes que possuem apenas o 12º ano.

Foram analisados os planos curriculares de cursos/ pós-graduações e mestrados, ligados à qualidade, das seguintes instituições:

- Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa - Pós-Graduação em Qualidade na Saúde;

- Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico do Cávado e do Ave - Mestrado em Sistemas Integrados Gestão de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança;
- Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda - Mestrado em Sistemas Integrados de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança;
- Escola Superior de Tecnologias de Gestão de Felgueiras - Mestrado em Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança;
- Instituto Politécnico de Gestão e Tecnologia de Santarém - Pós-Graduação em Sistemas Integrados de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança;
- Instituto Superior de Engenharia do Porto - Pós-Graduação em Sistemas Integrados de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança;
- Instituto Universitário da Maia - Mestrado em Sistemas de Gestão da Qualidade;
- Universidade do Minho - Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade;
- Universidade Fernando Pessoa - Curso de Engenharia e Gestão da Qualidade;

Após análise, constatou-se que apenas o Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade da Universidade do Minho possui uma unidade curricular destinada apenas ao Seis Sigma.

Verifica-se claramente que a aposta das instituições de ensino recai sobre os sistemas de gestão, sendo raras as instituições com unidades curriculares destinadas à Gestão da Qualidade Total, Kaizen, EFQM, Lean e Seis Sigma. A Gestão da Qualidade é muito mais do que a Norma ISO 9001, e talvez devido à fraca aposta das instituições noutros modelos de gestão que não as ISO, leve a que os responsáveis da qualidade e administradores das empresas não conheçam metodologias como o Seis Sigma.

Para a Gestão da Qualidade é necessário conhecer estes modelos, conhecer as ferramentas e compreender a interligação entre todas estas metodologias. As empresas só irão beneficiar com o conhecimento amplo das diferentes metodologias da qualidade.

14. Considerações Finais

No seu artigo, Antony J. (2008) reúne a opinião de dez peritos sobre a implementação do Seis Sigma em PMEs. Todos os especialistas inquiridos concordavam com a praticabilidade do Seis Sigma em PMEs, afirmando que a implementação desta metodologia apenas trará vantagens às mesmas.

É assim possível para as PMEs portuguesas implementar esta metodologia e colher os frutos por ela gerada. Será necessário investimento, mas tal como verificamos, caso bem implementado, o Seis Sigma trará retorno às PMEs, não só a nível monetário, mas também ao nível da melhoria dos processos, dos produtos, no geral, a melhoria da qualidade.

A segunda questão da secção 3 do questionário interrogava os inquiridos sobre a intenção de implementar o Seis Sigma no futuro. Cerca de 65% das empresas responderam "talvez". Poderá ser que no futuro se verifique o desígnio de implementar o Seis Sigma.

15. Limitações do Estudo

Deverão ser tidas em conta as seguintes limitações do presente estudo:

- A escolha da amostra é restritiva podendo não representar a totalidade das PMEs portuguesas.
- Não foi possível contactar todas as PME Excelência, não sendo possível também quantificar quantas empresas terão realmente recebido o questionário *online*.
- A baixa taxa de resposta ao questionário limita o estudo, não podendo os dados ser generalizados à totalidade das PME Excelência 2012;
- Não foi possível cumprir os objetivos propostos.

16. Futuras Investigações

Para futuras investigações, sugere-se que:

- O estudo seja alargado a um maior número de PMEs de forma a que este possa ser mais representativo;
- Se estude a implementação do Seis Sigma por setores de atividade, tendo como amostra apenas PMEs certificadas pela norma ISO 9001;
- Se realize um estudo em PMEs que tenham implementado o Seis Sigma, de forma a verificar os motivos que levaram à implementação desta metodologia, as vantagens e desvantagens, as dificuldades atravessadas e o retorno alcançado.

17. Bibliografia

- Aaker, D. A., Kumar, V., & Day, G. S. (2007). *Pesquisa de marketing - 2ª Ed.* São Paulo: Atlas.
- Alsmadi, M., Lehaney, B., & Khan, Z. (Março de 2012). Implementing Six Sigma in Saudi Arabia: An empirical study on the fortune 100 firms. *Total Quality Management Vol. 23, Nº 3* , pp. 263–276.
- Anand, G. (2006). *Continuous Improvement and Operations Strategy: Focus on Six Sigma Programs*. The Ohio State University.
- Anbari, F. (3-10 de Out. de 2002). Six Sigma Method and Its Applications in Project Management, Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium, San Antonio Texas. *Project Management Institute, Newtown Square, PA*.
- Andrietta, J. M., & Miguel, P. A. (Jul./Dez. de 2002). A Importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade Analisada sob uma Abordagem Teórica. *Revista de Ciências & Tecnologia - V.11, Nº 20* , pp. 91-98.
- Andrietta, J. M., & Miguel, P. A. (Maio-Agosto de 2007). Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: Resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. *Gest. Prod., São Carlos, v.14, nº2* , pp. 203-219.
- Antony, J. (2008). Reflective Practice - Can Six Sigma be effectively implemented in SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 57 Nº5* , 420-423.
- Antony, J., & Banuelas, R. (2001). A strategy for survival. *Manufacturing Engineer* , 119-121.
- Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence Vol. 6* , 20-27.
- Antony, J., Kumar, M., & Labib, A. (2008). Gearing Six Sigma into UK manufacturing SMEs: results from a pilot study. *Journal of the Operational Research Society* , 482-493.
- ASQ. (s.d.). *Six Sigma Belts, Executives and Champions – What Does It All Mean?* Obtido em 20 de Março de 2014, de ASQ: The Global Voice of Quality: <http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/belts-executives-champions.html>
- ASQ. (s.d.). *What is Six Sigma?* Obtido em 24 de Fevereiro de 2014, de ASQ.org: <http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/overview.html>

- Banuelas Coronado, R., & Antony, J. (2002). Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. *The TQM Magazine* 14 (2) , 92–99.
- Barone, S., & Franco, E. L. (2012). *Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology: Teory and Application*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Carvalho, M. M., Ho, L. L., & Pinto, S. H. (2007). Implementação e difusão do programa Seis Sigma no Brasil. *Produção*, V. 17 n° 13 , 486-501.
- Chakravorty, S. S. (2009). Six Sigma Programs: An Implementation Model. *Int. J. Production Economics* , 1-16.
- Chang, T.-L. (2002). *Six sigma: framework for small an medium-sized enterprises to achieve total quality*. Cleveland, EUA: Cleveland State University.
- Conceição, A. C., & Major, M. J. (Jul./Set. de 2011). Adoção do Six Sigma pelas 500 Maiores Empresas em Portugal. *RBGN - Revista Brasileira de Gestão de Negócios* , pp. 312-331.
- Dashöfer, H., & Verlag, D. (2009). *A Metodologia Seis Sigma*. Edições Profissionais Sociedade Unipessoal, Lda.
- Debra, T. (26 de Fevereiro de 2010). *What Small Business CEOs Must Know to Start Six Sigma*. Obtido em 5 de Maio de 2014, de isixsigma: <http://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/getting-started/what-small-business-ceos-must-know-start-six-sigma/>
- Duffy, G. L., Laman, S. A., Mehta, P., Ramu, G., Scriabina, N., & Wagoner, K. (Abril de 2012). Beyond the Basics - Seven new quality tools help innovate, communicate and plan. *Quality Progress* , pp. 18-29.
- Eckes, G. (2001). *A revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucros*. Rio de Janeiro: Campos.
- Estatcamp, C. e. (s.d.). *Teste de Kruskal Wallis*. Obtido em 24 de Junho de 2014, de Portal Action: <http://www.portalaction.com.br/976-4-teste-de-kruskal-wallis>
- Estatística, I. N. (2007). *Classificação Portuguesa das Atividades Económicas*. Rev. 3.
- Estatística, I. N. (2013). *Empresas em Portugal 2011*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatistic.
- Fonseca, L., & Sampaio, P. (Julho/Agosto de 2011). Certificação de Sistemas em Portugal - Perceção das entidades certificadas. *INGENIUM* , pp. 22-23.

Fonseca, L., Ramos, A., Rosa, A., Braga, A. C., & Sampaio, P. (2011). *Impact of Social Responsibility Programmes in Stakeholder Satisfaction*. Symposium on Ethics and Social Responsibility: ISCTE-IUL.

Gil, A. C. (1991). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa - 3ª ed.* São Paulo: Atlas.

Gupta, P., & Sri, A. (2012). *Seis Sigma - Virtualmente Sem Estatística*. Porto: Vida Económica - Editorial, S.A.

Harry, M. J., & Crawford, J. D. (2004). Six Sigma for the Little Guy. *Mechanical Engineering Vol 126 No 11* , 8-10.

Harry, M., & Schoeder, H. (2000). Six Sigma: a breakthrough strategy for profitability. *Quality Progress* , Vol. 31 nº5.

Henderson, K., & Evans, J. (2000). Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company. *Benchmarking and International Journal*, vol. 17, no.4 , 260-281.

Hockman, K. (10 de Setembro de 2001). *Why is a Design for Six Sigma Methodology Necessary?* Obtido de Six Sigma Forum: http://www.sixsigmaforum.com/protected/articles/ds_dfss.shtml

IAPMEI. (s.d.). *EIC PME*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2014, de http://www.eicpme.iapmei.pt/eicpme_faq_02.php?tema=7#104

IAPMEI. (s.d.). *FINCRESCE Consolidar Lideranças*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2014, de <http://www.iapmei.pt/iapmei-mstplartigo-01.php?temaid=156&msid=6>

Indiana, Q. C. (2006). *The Six Sigma Green Belt Primer*. Quality Council of Indiana.

Instituto Nacional de Estatística, I. (2013). *Empresas em Portugal 2011*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P.

isixsigma. (s.d.). *DMAIC Versus DMADV*. Obtido em 28 de Março de 2014, de isixsigma: <http://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/design-for-six-sigma-dfss/dmaic-versus-dmadv/>

isixsigma. (s.d.). *What Is Six Sigma?* . Obtido em 24 de Fevereiro de 2014, de isixsigma: <http://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/getting-started/what-six-sigma/>

ISO. (s.d.). *About ISO - ISO*. Obtido em 22 de Maio de 2014, de <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>

ISO 13053-1 (2011). *Quantitative methods in process improvement - Six Sigma - Part 1: DMAIC methodology*. International Organization for Standardization.

ISO 13053-2 (2011). *Quantitative methods in process improvement - Six Sigma - Part 2: Tools and techniques*. International Organization for Standardization.

Johnson, A., & Swisher, B. (2003). How six sigma improves R&D. *Research Technology Management* 46 (2) , 12-15.

Júnior, C. H., & Lima, E. (Out./Dez. de 2011). Descontinuidade de Programas Seis Sigma: Um Estudo Comparativo de Casos. *REGE, São Paulo - SP, Brasil, V. 18, n. 4* , pp. 639-658.

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Handbook*. The McGraw-Hill Companies, Inc.

Kumar, M., Antony, J., & Tiwari, M. K. (2011). Six Sigma implementation framework for SMEs - a roadmap to manage and sustain the change. *International Journal of Production Research Vol. 49, Nº 18* , 5449 - 5467.

Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation* 26 , 708-715.

Linderman, K., Schroeder, R., Zaheer, S., & Choo, A. (2003). Six Sigma: A goal theoretic perspective . *Journal of Operations Management* 21 , 193–203.

Lowe, J. (2008). *Jack Welch Speaks*. John Wiley & Sons, Inc.

Lukács, E. (2005). The Economic Role Of SMES in World Economy, Especially in Europe. *European Integration Studies, Miskolc, Volume 4, Number1* , 3-12.

Marconi, M. d., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de Metodologia Científica - 5ª Ed.* São Paulo: Atlas.

McAdam, R., & Lafferty, B. (2004). A multilevel case study critique of Six Sigma: statistical control or strategic change? *International Journal of Operations and Production Management* , 530-549.

McCarty, T., Bremer, M., Daniels, L., & Gupta, P. (2004). *Six Sigma Black Belt Handbook*. The McGraw-Hill Companies.

Montgomery, D., & Woodall, W. (2008). An Overview of Six Sigma. *International Statistical Review* , 329–346.

Nabhani, F., & Shokri, A. (2-4 de July de 2007). Application of Six Sigma in a Food Distribution SME to improve Supply Chain Management. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2007 Vol. II* .

Nancy, R. (2004). *The Quality Toolbox, Second Edition*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.

Nascimento, A. F. (2011). *A Utilização da Metodologia do Ciclo PDCA no Gerenciamento da Melhoria Contínua*. MBA - Gestão Estratégica da Manutenção, Produção e Negócios.

Nonthaleerak, P., & Hendry, L. (2006). Six Sigma: Literature review and key future research areas. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage* , 105-161.

Parody, R., & Voelkel, J. (2006). Six Sigma Start-up at Small Companies. *Quality Progress*, v. 39, n. 5 , 68-69.

Paul, R. (1996). *Evaluating Ideas and Concepts for New Business-to-Business Products*. New York: John Wiley & Sons.

Pocinho, M. (2010). *Estatística II - Teoria e exercícios passo-a-passo*. Instituto Superior Miguel Torga.

Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook*. The McGraw-Hill Companies, Inc.

QSP - Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade . (Outubro de 2000). Obtido em 20 de Março de 2014, de OS "PERSONAGENS" DO SEIS SIGMA: http://www.qsp.org.br/biblioteca/os_personagens.shtml

Raghunath, A., & Dr. Jayathirtha, R. V. (2013). Barriers for implementation of Six Sigma by Small and Medium Enterprises. *International Journal of Advancements in Research & Technology, Volume 2, Issue 2, February* , 1-7.

Reis, G. M., & Júnior, J. I. (2007). Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais. *III SAEPRO – Simpósio Académico de Engenharia de Produção* , 1-13.

Schwinn, D. (Janeiro de 2002). *Six Sigma and More: Six Sigma Simplified for Small Organizations*. Obtido em 3 de Maio de 2014, de PQ Systems: <http://www.pqsystems.com/eline/2002/01/sixsigmaandmore.htm>

Snee, R., & Hoerl, R. (2003). *Leading Six Sigma - A Step by Step Guide based on Experience at GE and Other Six Sigma Companies*. NJ, USA: FT Prentice-Hall.

Standardization, I. O. (2013). *The ISO Survey of Management System Standard Certifications – 2013*. International Organization for Standardization.

Taner, M. T. (2012). A Feasibility Study for Six Sigma Implementation in Turkish Textile SMEs. *Uskudar University*, 63-71.

Teixeira, A., & António, N. S. (2009). *Gestão da Qualidade - De Deming ao modelo de excelência da EFQM*. Edições Silabo, Lda.

University, M. (s.d.). *What is Six Sigma?* Obtido em 12 de Fevereiro de 2014, de http://www.motorolasolutions.com/web/Business/_Moto_University/_Documents/_Static_Files/What_is_SixSigma.pdf

Werkema, C. (2002). *Criando a cultura seis sigma*. Rio de Janeiro: Qualitymark.

Werkema, C. (2005). *Série Seis Sigma Volume 2 - Design For Six Sigma*. Werkema Editora Ltda.

Wilson, N. (2004). *The small company and Six Sigma: advantages of the small business culture*.

Woodford, D. (26 de Fevereiro de 2010). *Design for Six Sigma - IDOV Methodology*. Obtido em 24 de Junho de 2014, de iSixSigma: <http://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/design-for-six-sigma-dfss/design-six-sigma-idov-methodology/>

Yang, K., & El-Haik, B. (2003). *Design for Six Sigma - A Roadmap for Product Development*. McGraw-Hill.

ANEXOS

ANEXO I - QUESTIONÁRIO

Metodologia Seis Sigma

Muito obrigado por colaborar na investigação sobre o grau de disseminação do Seis Sigma nas PME portuguesas.
Qualquer dúvida que surja não hesite em contactar: davidleite@hotmail.com

1. Dados Gerais

1.1. Dados da empresa

Nome da Empresa:

Dimensão da Empresa:*
(número de trabalhadores)

- ☐ 1 - 9
☐ 10 - 19
☐ 20 - 49
☐ 50 - 99
☐ 100 - 249

Setor de atividade:*

- ☐ Indústria
☐ Comércio e Serviços
☐ Construção Civil

Zona geográfica:*

- ☐ Norte
☐ Centro
☐ Lisboa
☐ Alentejo
☐ Algarve
☐ Região Autónoma dos Açores
☐ Região Autónoma da Madeira

Indique o(s) Sistema(s) de Gestão implementado(s):*

- ☐ ISO 9001:2008
☐ ISO/TS 16949:2009
☐ OSHAS 18001:2007/ NP 4397:2008
☐ ISO 14001:2004
☐ ISO 22000:2005
☐ Nenhum
☐ Outro:

1.2. Dados do responsável pelo preenchimento do formulário

Função na empresa:*

- ☐ Administrador/ CEO/ Diretor Geral
- ☐ Responsável Qualidade/ Ambiente/ Segurança
- ☐ Responsável Produção
- ☐ Responsável Recursos Humanos
- ☐ Responsável Marketing/ Vendas
- ☐ Outro:

Nível de formação acadêmica:*

- ☐ Ensino Secundário
- ☐ Bacharelato
- ☐ Licenciatura
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado
- ☐ Outro:

Classifique de 1 a 5 o seu nível de conhecimento na metodologia Seis Sigma:*

(1 -Fraco; 2 - Insuficiente; 3 - Suficiente; 4 - Bom; 5 - Muito Bom)

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

O Seis Sigma é utilizado na sua empresa?*

- ☐ Sim
- ☐ Não

2 - Seis Sigma

2.1. Qual era o nível Sigma do(s) processo(s) antes de iniciar o projeto?*

Em caso de vários projetos indique o nível sigma inicial do projeto mais recente

- ☐ 2
- ☐ 2,5
- ☐ 3
- ☐ 3,5
- ☐ 4
- ☐ 4,5
- ☐ 5
- ☐ 5,5
- ☐ 6
- ☐ Desconhecido

2.2. Qual o nível Sigma atual?*

- ☐ 2
- ☐ 2,5
- ☐ 3
- ☐ 3,5
- ☐ 4
- ☐ 4,5
- ☐ 5
- ☐ 5,5
- ☐ 6
- ☐ Desconhecido

2.3. Relativamente aos recursos humanos, indique a quantidade de elementos da(s) equipa(s) Seis Sigma:*

	0	1	2 - 4	5 - 7	> 7
Master Black Belt	☐	☐	☐	☐	☐
Black Belt	☐	☐	☐	☐	☐
Green Belt	☐	☐	☐	☐	☐
Yellow Belt	☐	☐	☐	☐	☐

2.4. Relativamente aos recursos humanos, indique se recorrem a recursos internos, externos ou ambos.*

Caso a equipa não possua algum dos profissionais coloque N/A

	Interno	Externo	Ambos	N/A
Master Black Belt	☐	☐	☐	☐
Black Belt	☐	☐	☐	☐
Green Belt	☐	☐	☐	☐
Yellow Belt	☐	☐	☐	☐

2.5. Quais as principais motivações que levaram a implementação do Seis Sigma na sua empresa? *

Classifique as seguintes motivações de 1 a 5 (1- Pouca motivação; 5- Muita motivação)

	1	2	3	4	5
Redução da taxa de desperdício	☐	☐	☐	☐	☐
Redução da variabilidade dos processos	☐	☐	☐	☐	☐
Redução dos defeitos	☐	☐	☐	☐	☐
Redução da duração dos ciclos	☐	☐	☐	☐	☐
Aumento da satisfação dos clientes	☐	☐	☐	☐	☐
Aumento dos resultados da empresa	☐	☐	☐	☐	☐
Exigência do cliente	☐	☐	☐	☐	☐
Exportação	☐	☐	☐	☐	☐
Marketing	☐	☐	☐	☐	☐

2.5.1. Indique outras motivações que conduziram à adoção do Seis Sigma pela sua empresa:**2.6. Quais os principais benefícios obtidos através do Seis Sigma? ***

Classifique os seguintes benefícios de 1 a 5 (1- Nada obtido; 5 - Totalmente obtido)

	1	2	3	4	5
Redução da taxa de desperdício	☐	☐	☐	☐	☐
Redução da variabilidade dos processos	☐	☐	☐	☐	☐
Redução dos defeitos	☐	☐	☐	☐	☐
Redução da duração dos ciclos	☐	☐	☐	☐	☐
Aumento da satisfação dos clientes	☐	☐	☐	☐	☐
Aumento dos resultados da empresa	☐	☐	☐	☐	☐
Aumento da exportação	☐	☐	☐	☐	☐
Melhoria da imagem da empresa (Marketing)	☐	☐	☐	☐	☐

2.6.1. Indique outros benefícios que obtiveram com a adoção do Seis Sigma:

2.7. Quais as principais dificuldades sentidas durante a execução do projeto Seis Sigma? *

Classifique as seguintes dificuldades de 1 a 5 (1 - Dificuldade nada sentida; 5 -Dificuldade muito sentida)

	1	2	3	4	5
Falta de envolvimento da gestão de topo	☐	☐	☐	☐	☐
Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas	☐	☐	☐	☐	☐
Fraca ligação entre a estratégia empresarial e o Seis Sigma	☐	☐	☐	☐	☐
Deficiente seleção, acompanhamento e revisão do projeto	☐	☐	☐	☐	☐
Défice de recursos humanos	☐	☐	☐	☐	☐
Défice de recursos monetários	☐	☐	☐	☐	☐
Dificuldades na mudança cultural	☐	☐	☐	☐	☐
Dificuldades na gestão de projetos	☐	☐	☐	☐	☐
Fraca ligação entre o Seis Sigma e os fornecedores	☐	☐	☐	☐	☐
Fraca ligação entre os recursos humanos e o Seis Sigma	☐	☐	☐	☐	☐
Escasso investimento em formação	☐	☐	☐	☐	☐

2.7.1. Indique outras dificuldades sentidas durante a execução do projeto Seis Sigma:

2.8. Classifique as seguintes ferramentas e metodologias de acordo com o seu grau de utilização na implementação do Seis Sigma:*

(1 - Não utilizada; 2 - Pouco utilizada; 3 - Utilizada com regularidade; 4 - Utilizada com grande frequência; 5 - Utilizada diariamente)

	1	2	3	4	5
Histogramas	☐	☐	☐	☐	☐
Diagrama de Pareto	☐	☐	☐	☐	☐
Diagrama de Causa e Efeito	☐	☐	☐	☐	☐
Folhas de Verificação (Check-List)	☐	☐	☐	☐	☐
Diagramas de Dispersão	☐	☐	☐	☐	☐
Cartas de Controlo	☐	☐	☐	☐	☐
Fluxogramas	☐	☐	☐	☐	☐
Árvore dos CTQ's (Critical To Quality)	☐	☐	☐	☐	☐
FMEA - Failure Mode and Effects Analysis	☐	☐	☐	☐	☐
QFD - Quality Function Deployment	☐	☐	☐	☐	☐
DMAIC	☐	☐	☐	☐	☐
DMADV	☐	☐	☐	☐	☐

2.9. Classifique de 1 a 5 a seguinte afirmação:*

(1 - Discordo completamente; 2 - Discordo; 3 - Nem concordo nem discordo; 4 - Concorde; 5 - Concorde Completamente)

	1	2	3	4	5
O Seis Sigma é uma metodologia adequada às PME's	☐	☐	☐	☐	☐

2.10. Classifique de 1 a 5 a seguinte afirmação:*

(1 - Discordo completamente; 2 - Discordo; 3 - Nem concordo nem discordo; 4 - Concorde; 5 - Concorde Completamente)

	1	2	3	4	5
O Seis Sigma é uma mais valia para as PME's	☐	☐	☐	☐	☐

3 - Motivações para a não implementação**3.1. Quais os motivos que levam à não adoção do Seis Sigma na sua empresa?***

(1 - Discordo completamente; 2 - Discordo; 3 - Nem concordo nem discordo; 4 - Concorde; 5 - Concorde Completamente)

	1	2	3	4	5
Desconhecimento da metodologia, ferramentas e técnicas	☐	☐	☐	☐	☐
Dificuldades na compreensão da metodologia, ferramentas e técnicas	☐	☐	☐	☐	☐
Indisponibilidade financeira	☐	☐	☐	☐	☐
Défice de recursos humanos	☐	☐	☐	☐	☐
Défice de recursos tecnológicos	☐	☐	☐	☐	☐
Existência de mecanismos de melhoria satisfatórios	☐	☐	☐	☐	☐
Satisfação com os sistemas de gestão existentes	☐	☐	☐	☐	☐
Satisfação com os níveis de qualidade existentes	☐	☐	☐	☐	☐
Inadequabilidade à empresa	☐	☐	☐	☐	☐

3.2. Existe intenção em implementar o Seis Sigma no futuro?*

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

3.3. Classifique de 1 a 5 a seguinte afirmação:*

(1 - Discordo completamente; 2 - Discordo; 3 - Nem concordo nem discordo; 4 - Concordo; 5 - Concordo Completamente)

	1	2	3	4	5
O Seis Sigma é uma metodologia adequada às PME's	☐	☐	☐	☐	☐

3.4. Classifique de 1 a 5 a seguinte afirmação:*

(1 - Discordo completamente; 2 - Discordo; 3 - Nem concordo nem discordo; 4 - Concordo; 5 - Concordo Completamente)

	1	2	3	4	5
O Seis Sigma é uma mais valia para as PME's	☐	☐	☐	☐	☐

4 - Estudo

Pretende receber o resultado desta investigação?*

Em caso positivo coloque o endereço de email.

- ☐ Sim
☐ Não

Endereço de e-mail:

ANEXO II - FORMAÇÃO EQUIPA SEIS SIGMA (RECOMENDAÇÃO ISO 13053-1:2011)

8.2 Training requirements for Champions

The purpose of this training is to familiarise the Champion with the DMAIC process and to understand and appreciate the tools that support it. In this way the Champion will be well prepared to receive reports from Six Sigma teams about progress and findings of projects.

Champion training should have the same content as that for Green Belts but with more emphasis on project selection, project scoping and implementation of recommendations. (The typical content of a Green Belt training programme can be seen in Table B2 of Annex B.)

8.3 Training requirements for Master Black Belts

A candidate Master Black Belt should have already been accredited as a Black Belt and will therefore have already received the necessary training for a Black Belt. If this is not the case, the Master Black Belt should take further training that is recommended to extend the Master Black Belt's knowledge of statistical methods, other related mathematical techniques and management organisational techniques. The precise training agenda shall be tailored to the specific individuals and to the area of application (manufacturing or transactional).

8.4 Training requirements for Black Belts

A candidate Black Belt should either have received training and been accredited as a Green Belt or, have the equivalent level of experience and knowledge. The typical content of a Black Belt training programme is shown in Table B1 of Annex B.

The candidate Black Belt's knowledge should be confirmed by means of either a written or a multiple-choice assessment. The assessment may be internal or may be run by an external organisation.

In addition to attending the training programme, each candidate Black Belt should complete at least one Six Sigma project that has been certified by a certifying authority. This may be either an internal or external certification. The project provides the candidate Black Belts the opportunity to demonstrate their knowledge and ability to apply the Six Sigma tools. The projects should be assessed by Master Black Belts. The assessment should include an oral examination.

Additional Six Sigma projects might be undertaken if the candidate Black Belt is, due to the nature of the first project, unable to demonstrate their full knowledge of the Six Sigma tools.

8.5 Training requirements for Green Belts

A typical content of a Green Belt training programme is given in Table B2 of Annex B. The candidate Green Belt's knowledge should be confirmed by means of either a written or a multiple-choice assessment. The assessment may be internal or may be run by an external organisation.

In addition to attending the training programme, each candidate Green Belt should complete one Six Sigma project certified by a certifying authority. This may be either an internal or external certification. This project provides the candidate Green Belt the opportunity to demonstrate their knowledge and ability to apply the Six Sigma tools appropriate for Green Belt level.

The project should be assessed by a 'local' Black Belt and will be from the area where the candidate Green Belt works. The assessment should include an oral examination.

8.6 Training requirements for Yellow Belts

The training programme for candidate Yellow Belts should take the form of a one-day Six Sigma awareness seminar where the purpose of Six Sigma and the Six Sigma process (DMAIC) should be explained. Detailed descriptions of the Six Sigma tools should be kept to a minimum.

The training should, preferably, be given by a Black Belt, but Green Belts can also perform this function.

Yellow Belts, when engaged with a Six Sigma project team, should receive 'on-the-job' training in the application of those Six Sigma tools that are appropriate to the project. This training should be given by Green or Black Belts who are running the project.

An organisation implementing a Six Sigma programme should consider whether it would be beneficial to the successful implementation of the programme, to train all of its employees to at least Yellow Belt level.

B.1 Typical Black Belt training agenda

Table B1 – Typical Black Belt training agenda

Day	Week 1: Define	Week 2: Measure	Week 3: Analyse	Week 4: Improve	Week 5: Control
1	Cost of poor quality models; business measures; benchmarking; project financials.	Scales of measurement; data types; definition of opportunities; interpreting variation.	Basic tools; hidden factories; short and long term capability; standardised Normal distribution; confidence intervals.	Full factorial experiments	Mistake proofing.
2	Identification of waste; concept of value; opportunities; Six Sigma measures; project selection.	Process variation; process FMEA.	Hypothesis testing; power and sample size calculations; distributions; ANOVA; multi-vari analysis.	Fractional factorial experiments	SPC for attribute data.
3	Problem definition; identifying customers; process mapping; characteristic selection matrices; cause & effect diagrams	MSA for measurements; MSA for attributes.	Linear regression & correlation; residual analysis; non-parametric hypothesis tests.	EVOP; multiple regression analysis.	SPC for measured data.
4	Team building; personality style profiling; project charter; project management; Gantt charts.	Sampling strategies; data collection tools; basic statistical tools; process performance; process capability.	Weibull analysis; 5-Why analysis.	Process robustness; response surface experiments; force field analysis.	Control plans; 5S; TPM; process audits; success criteria.

B.2 Typical Green Belt training agenda

Table B2 – Typical Green Belt training agenda

Monday (Define)	Tuesday (Measure)	Wednesday (Analyse)	Thursday (Improve)	Friday (Control)
Project selection	Concept of variation	Capability analysis	Improvement - Alternative idea generation	Error proofing
DMAIC process	FMEA	Pareto analysis	"Should be" process map	Long term MSA plan
Identifying CTQCs	Types of data	Box plots	Conducting an FMEA	p charts
Process mapping	Data collection plans	Histograms	Pilot improvements	u charts
Refining project scope	MSA	Scatter plots	Validate improvements	$\bar{X}$ & R charts
Cause and effect matrices		Run charts		$\bar{X}$ & R_{moving} charts
				SOP's and training plans

ANEXO III - NÚMERO DE DIAS DE FORMAÇÃO (RECOMENDAÇÃO ISO 13053-1:2011)

Table 3 – Recommended minimum course durations

Category	Champion	Master Black Belt	Black Belt	Green Belt	Yellow Belt
Tuition (days)	3	10	20	5	1
Tutorials (days)	0	2	5	1	0
Number of qualifying Six Sigma projects	0	0	1	1	0

Note 1 – The tuition given in the table assumes classroom tuition. Some companies substitute some of this time with distance 'e-learning'.

Note 2 – A Master Black Belt will have previously completed the Black Belt training.

Note 3 – The Master Black Belt training is usually split into two weeks separated with a short interval of time, e.g. two weeks.

Note 4 – The Black Belt training is usually divided into five four-day durations each separated by about three to four weeks.