

Universidade Nova de Lisboa  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial



# Utilização da Metodologia Six Sigma no Âmbito da Formação em Manutenção Aeronáutica

Trabalho realizado por:  
Pedro Miguel Gomes Pratas Norte

Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Orientador:  
Professor Doutor Rogério Salema de Araújo Puga Leal

Co-orientador:  
Engenheiro Daniel Mendes

Júri:  
Presidente: Doutor Virgílio António Cruz Machado  
Arguente: Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde  
Vogal: Doutor Rogério Salema de Araújo Puga Leal

**Julho 2011**

Copyright © 2011

Título: Utilização da Metodologia Six Sigma no Âmbito da Formação em Manutenção Aeronáutica.

Autor: Pedro Miguel Gomes Pratas Norte

O direito de autor da obra pertence ao criador intelectual, pelo que a subscrição desta declaração não implica a renúncia de propriedade dos respectivos direitos de autor [e o direito de a usar em trabalhos futuros].

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **Dedicatória**

À minha esposa, pais, irmã, sobrinhas e amigos por todo o apoio e empenho.

**[Página intencionalmente em branco]**

## **Agradecimentos**

Em primeira instância agradecer a Deus pela saúde e força para levar a cabo todo este trabalho.

Agradecer ao Professor Rogério Puga Leal pelo acompanhamento, dedicação e conselhos durante este período de elaboração desta dissertação.

Agradecer à TAP M&E, na pessoa do Engenheiro Vítor Pinto, Director-Adjunto da TAP M&E e membro da comissão executiva da TAP MTO, por permitir o desenvolvimento do projecto pretendido no seio da empresa.

Agradecer ao Engenheiro Daniel Mendes pelo apoio, acompanhamento e toda a coordenação do projecto, na TAP M&E e TAP MTO.

Ao Engenheiro Nuno Soares, os meus agradecimentos pela boa recepção e primeira orientação para a realização do estágio na TAP M&E., à Dra. Margarida Torres, membro da Comissão Executiva da TAP MTO e à Dra. Ana Rita Nunes, Control & Fellow-up da Formação Profissional da TAP MTO, pelo apoio e colaboração durante este trabalho.

Agradeço a todos os Colaboradores da TAP M&E que colaboram na realização e obtenção de dados para que fosse possível todo este trabalho, pois tenho receio de me esquecer de algum.

Agradeço aos meus pais e principalmente à minha esposa a paciência e ajuda pois sem ela não seria possível a conclusão desta dissertação.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos que, de uma forma ou de outra, colaboraram nas alturas em que necessitei deles.

**[Página intencionalmente em branco]**

## Resumo

O Sector da Aviação Civil tem sofrido diversas alterações nos últimos anos. No entanto, os padrões de segurança têm forçosamente de ser mantidos.

As alterações ao nível da regulamentação e conseqüente racionalização de todo o Sector abrangem o ramo da Manutenção de Aeronaves, que é alvo de especial atenção.

A metodologia *Six Sigma* tem vindo a ser desenvolvida desde os anos 80 do século passado, altura em que teve a sua origem no sector da Indústria, no entanto, o seu desenvolvimento no sector dos serviços, onde se inclui a formação profissional em manutenção aeronáutica, tem vindo a crescer.

O presente estudo tem o objectivo de avaliar o contributo da metodologia Six Sigma no âmbito da formação em Manutenção Aeronáutica numa MTO (Maintenance Training Organisation), abordando algumas formas para a aplicação dos passos DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) na empresa TAP MTO.

Explora-se a potencialidade desta metodologia na identificação e na decomposição dos problemas até à sua complexidade mínima, facilitando assim a resolução dos mesmos.

Verifica-se que a aplicação da metodologia Six Sigma pode ser feita sem o recurso a alterações na estrutura orgânica de uma Organização, trazendo consigo inúmeros benefícios, tanto financeiros como operacionais.

A metodologia aplicada não rompe com os recursos e metodologias já existentes. Permite, no entanto, uma “reciclagem” dos mesmos, aumentando a sua importância e utilidade, sem necessidade da reformulação de todo o processo. Existe ainda uma alteração na abordagem de dificuldades e o envolvimento dos cargos de Gestão mais elevados no processo de mudança.

Palavras-chave: Aviação Civil; formação; Manutenção Aeronáutica; Six Sigma; DMAIC; TAP MTO.

**[Página intencionalmente em branco]**

## **Abstract**

The Civil Aviation Sector has undergone several changes in recent years. However, safety standards must necessarily be retained.

The changes in regulation and the consequent rationalization of the sector covers the entire field of Aircraft Maintenance, which is given particular attention.

Six Sigma has been developed since the 80's of last century, when it had its origin in the industrial sector. However, its development in the services sector, which includes training in aircraft maintenance, has been growing.

This study aims to evaluate the contribution of the Six Sigma methodology in the Field of Training in Aircraft Maintenance, considering some forms of steps to implement DMAIC (Define-Measure-Analyse-Improve-Control) at TAP MTO (Maintenance Training Organisation).

It explores the potential of this methodology in identifying and breaking down complex problems to its minimum, thereby facilitating their resolution.

The application of Six Sigma methodology can be done without resorting to changes in the organizational structure of an Organization, bringing many benefits, both financial and operational.

The methodology applied does not break with the resources and existing methodologies. However, permits a "recycling" of them, increasing their importance and usefulness, without recasting the whole process. There is also a change in approach to problems and the involvement of higher management positions in the change process.

**Key words:** Civil Aviation; Training; Aircraft maintenance; Six Sigma; DMAIC; TAP MTO

**[Página intencionalmente em branco]**

## Índice de Conteúdos

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Justificação da Escolha	1
1.2 Objecto de Estudo	1
1.3 Objectivos	2
1.3.1 Objectivos gerais	2
1.3.2 Objectivos específicos	2
1.4 Limitações do Estudo	3
1.5 Estrutura da Dissertação	3
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
2.1 Conceito de Serviço	4
2.2 Six Sigma	5
2.2.1 História	5
2.2.2 Algumas definições de <i>Six Sigma</i>	5
2.2.3 Definição de <i>Six Sigma</i>	6
2.2.4 Metodologia <i>Six Sigma</i>	11
2.2.4.1 Introdução à metodologia <i>Six Sigma</i> - o ciclo DMAIC	12
2.2.4.1 Definição de DMAIC	12
2.2.4.2 Aplicação do Ciclo DMAIC	13
2.2.4.3 Passos do DMAIC	14
2.2.4.4 Ferramentas <i>Six Sigma</i>	18
2.2.4.5 Benefícios do DMAIC	19
2.2.4.6 Factores para o Sucesso na Implementação <i>Six Sigma</i>	20
2.2.5 <i>Six Sigma</i> orientado para os Serviços	22
2.2.6 Potenciais dificuldades no uso do <i>Six Sigma</i> em Serviços.	23
2.3 Six Sigma e a Educação/ Formação	24
<b>CAPÍTULO 3 - A FORMAÇÃO PROFISSIONAL EM MANUTENÇÃO &amp; ENGENHARIA E A REGULAMENTAÇÃO AERONÁUTICA</b>	<b>30</b>
3.1 Introdução	30

<b>3.2 O REGULAMENTO (CE) N.º 2042/2003 da COMISSÃO, de 20 de Novembro, de 2003 e a Formação Profissional em Manutenção &amp; Engenharia</b>	<b>30</b>
<b>3.3 Estrutura orgânica da Formação Profissional na TAP Manutenção &amp; Engenharia</b>	<b>31</b>
<b>3.4 Estrutura orgânica da TAP MTO (Maintenance Training Organisation)</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO 4 – RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FORMAÇÃO NA TAP MTO (MAINTENANCE TRAINING ORGANISATION)</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Definições do Processo e do Serviço - RECON</b>	<b>38</b>
4.2.1 Elementos intervenientes no processo e diagrama SIPOC	38
4.2.2 Descrição do Processo Formação e Fluxograma	40
4.2.3 Identificação de Entradas e Saídas nos Subprocessos do Processo Formação - IPO	42
4.2.4 Análise detalhada do subprocesso <i>Planeamento das Acções de Formação</i>	45
4.2.5 Considerações finais à fase RECON	48
<b>CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO DOS PASSOS DO DMAIC (DEFINE-MEASURE-ANALISE-IMPROVE-CONTROL)</b>	<b>50</b>
<b>5.1 Introdução</b>	<b>50</b>
<b>5.2 DEFINE</b>	<b>50</b>
5.2.1 Objectivo	50
5.2.2 Mapeamento do Processo	50
5.2.3 VOC (Voice Of the Customer)	51
5.2.4 Caracterização do Serviço	56
5.2.4.1 CTQ (Critical to Quality)	56
5.2.4.2 Determinação da Importância das Características do Serviço para o Cliente	58
<b>5.3 MEASURE</b>	<b>61</b>
5.3.1 Objectivo	61
5.3.3 Medição da Disponibilidade dos Formadores em cada Acção de Formação	66
5.3.4 Medição da Sobreposição de Acções na Mesma População Alvo	67
5.3.5 Medição das Necessidades de Formação	70
	71
5.3.6 Medição da Eficácia	71
<b>5.4 ANALYSE</b>	<b>74</b>
5.4.1 Análise do Benefício da Formação no Desempenho Profissional	74
5.4.2 Análise das Necessidades de Formação	75
5.4.3 Análise da Disponibilidade dos Formadores em cada Acção de Formação	77
5.4.4 Análise da Avaliação da Eficácia	78
<b>5.5. IMPROVE e CONTROL – Sugestões de Melhoria</b>	<b>80</b>
5.5.1 Sugestão de Melhoria 1 – Redução do Número de Horas da Acção Type Training	80
5.5.2 Sugestão de Melhoria 2 – Cálculo das Necessidades de Formação	81
5.5.3 Sugestão de Melhoria 3 – Formação como Situação Excepcional de Sobrecarga de Trabalho	83
5.5.4 Sugestão de Melhoria 4 – Gestão de Formadores	83

<b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO</b>	<b>84</b>
6.1 Conclusões	84
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>92</b>
Anexo I – Tempo consumido nas 5 revisões ao Planeamento da Acção Type Training A30MA901	92
Anexo II – Tabela de conjunto de incidentes que deram origem aos requisitos	93
Anexo III – Tabela de correspondência do nível de qualidade sigma com DPMO e Taxa de Sucesso	94
Anexo IV – Quadro do cálculo e comparação da avaliação da Qualidade do Trabalho e da Competência Técnica dos Colaboradores	95
Anexo V – Valores Hora x Homem em Euros (em 2009)	97
Anexo VI – Definições de SQA e SEM	98
Anexo VII – Definições de algumas das ferramentas mais utilizadas no Six Sigma	99
Apêndice A – Tabela de Valores Críticos de z para testes unilaterais e bilaterais	102

## Índice de Figuras

Figura 2.1 Representação gráfica de um processo Six Sigma .....	7
Figura 2.2 Representação gráfica do processo Six Sigma com média deslocada $1,5\sigma$ .....	8
Figura 2.3 Variação da taxa de crescimento do sucesso com o nível qualidade sigma .....	10
Figura 2.4 Ciclo de vida DMAIC .....	12
Figura 2.5 Ciclo DMAIC como um circuito fechado (" <i>Gated Process</i> ") .....	14
Figura 2.6 Fluxograma de resumo da fase Analyse .....	17
Figura 2.7 Versão do modelo SIPOC no contexto educacional .....	25
Figura 2.8 Passos Six Sigma em eLearnng .....	26
Figura 3.1 Organograma do departamento de Formação Profissional da TAP M&E.....	32
Figura 3.2 Âmbito da Formação Part-145 .....	33
Figura 3.3 Organograma da TAP MTO de acordo com o MTOE.....	35
Figura 3.4 Âmbito da Formação Part-147 .....	37
Figura 4.1 Diagrama SIPOC.....	39
Figura 4.2 Fluxograma do processo Formação .....	40
Figura 4.3 Diagrama IPO dos subprocessos Análise, Elaboração do Plano de Formação e Planeamento das Acções de Formação. ....	44
Figura 4.4 Fluxograma do Planeamento das Acções de Formação.....	45
Figura 4.5 Árvore de Falhas referente à alteração ao Planeamento da Acção.....	47
Figura 4.6 Árvore de Falhas referente à substituição do formador no seu local de trabalho .....	48
Figura 5.2 Árvore de CTQ's para o serviço de formação para uma acção de Type Training .....	57
Figura 5.3 Avaliação individual do impacto da formação .....	62
Figura 5.4 Gráfico do número de revisões aos planeamentos das Acções de Formação .....	67
Figura 5.5 Gráfico de sobreposição de acções de formação em 2009 .....	68
Figura 5.6 Gráfico de sobreposição de acções de formação em 2010 até Junho .....	69
Figura 5.7 Gráfico indicador das horas x Homem realizadas e disponíveis por grupos de trabalho.....	71
Figura 5.8 Diagrama do Processo de Cálculo das Necessidades de Formação .....	81

## Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Comparação entre o desempenho quatro sigma e seis sigma	9
Tabela 2.2 - Conversão do nível de qualidade sigma para a linguagem financeira	9
Tabela 3.3 Empresas que beneficiaram com <i>Six Sigma</i>	11
Tabela 2.4 Linking DMAIC to how workers learn best	29
Tabela 5.1 Tabela de frequências de requisitos	54
Figura 5.1 Gráfico de Pareto da frequência de requisitos	55
Tabela 5.2- Correspondência requisito-ponderação	56
Tabela 5.3 Matriz de Correlação de Requisitos vs Outputs do SIPOC	59
Tabela 5.4 Matriz de Correlação de Requisitos Vs Características do Serviço	60
Tabela 5.5 Quadro de comparação do desempenho	65
Tabela 5.6 Valores das horas realizadas e horas certificadas disponíveis	70
Tabela 5.7 Avaliação da acção de formação pelos formandos	73
Tabela 5.8 Níveis de satisfação dos formandos	73
Tabela 5.9 Diferença do número de cursos em relação ao necessário	76
Tabela 5.10 Custos das formações ministradas não necessárias (cálculos com base nos valores da tabela do anexo V)	76

<b>Tabela 5.11 <i>Taxa de Sucesso</i> em relação à satisfação dos requisitos; nível sigma em cada requisito</b>	<b>79</b>
<b>Tabela 5.12 Ganhos com a redução de 206 para 150 horas</b>	<b>81</b>
<b>(cálculos com base nos valores da tabela do anexo V)</b>	<b>81</b>

## Lista de Acrónimos

**ADP**- Avaliação do Desempenho e Potencial

**ANOVA**- Analyse of Variance

**AOG**- Aircraft On Ground

**ATA**- Air Transport Association

**CAP**- Certificado de Aptidão Profissional

**CEO**- Chief Executive Officer

**CTQ**- Critical To Quality

**DA**- Direcção da Administração

**DMAIC**- Define-Measure-Analyse-Improve-Control

**DMAICL**- Define-Measure-Analyse-Improve-Control-Leverage

**DOE**- Design Of Experiments

**DPMO**- Defeitos Por Milhão de Oportunidades

**EQ**- Engenharia e Qualidade

**FEDEX**- Federal Express

**FMEA**- Failure Mode and Effects Analysis

**FP**- Formação Profissional

**GE**- General Electric

**GM**- Grande Manutenção

**IC**- Incidentes Críticos

**IPO**- Input-Process-Output

**KLM**- Koninklijke Luchtvaart Maatschappij em português *Companhia Real de Aviação*

**LIE**- Limite inferior de Especificação

**LSE**- Limites Superior de Especificação

**M&E**- Manutenção e Engenharia

**MA** - Manutenção de Aviões

**MB**- Manutenção de Base

**m.d.o.**- mão-de-obra

**ME**- Manutenção e Engenharia

**ML**- Manutenção de Linha

**MNF**- Manual de Normas de Formação

**MO**- Manutenção Operacional

**MPS-FOR** - Manual de Procedimentos de Formação

**MTO**- Maintenance Training Organisation

**MTOE**- Maintenance Training Organisation Exposure

**NF**- Necessidade de Formação

**OJT**- On-the-Job-Training  
**PC**- Planeamento e Controlo  
**PDAC**- Plan-Do-Check-Act  
**PM**- Pequena Manutenção  
**PME**- Pequenas e Médias Empresas  
**QFD**- Quality Function Deployment  
**QL**- Qualidade  
**QRA**- Qualidade e Regulamentação Aeronáutica  
**RH**- Recursos Humanos  
**SEM**- School of Excellence Model  
**SIPOC**- Supplier-Input-Process-Output-Customer  
**SPC**- Statistical Process Control  
**SQA**- Singapore Quality Award  
**TAP**- Transportes Aéreos Portugueses  
**TIC**- Técnica dos Incidentes Críticos  
**TMA**- Técnico de Manutenção de Aeronaves  
**TPS**- TAP Serviços  
**TQM**- Total Quality Management  
**TS**- Total de Sobreposições  
**UN**- Unidade de Negócio  
**UPS**- United Parcel Service  
**VOC**- Voice Of the Customer

## Capítulo 1 - Introdução

### 1.1 Justificação da Escolha

O Sector da Aviação civil tem sofrido diversas alterações nos últimos anos, motivadas quer pela escalada dos preços dos combustíveis, quer pelas novas formas de negócio entretanto criadas protagonizadas pelas chamadas companhias de “low-cost”, passando ainda pelo aumento do tráfego aéreo, numa actividade onde os padrões de segurança têm forçosamente de ser mantidos.

Estes factores têm contribuído para alterações ao nível da regulamentação e consequente racionalização de todo o Sector, incluindo a actividade do sector da Manutenção de Aeronaves.

Para uma maior racionalização dos meios e uma vez que o sector necessita de mão-de-obra cada vez mais qualificada, o que implica custos acrescidos, importa que os centros da Formação Profissional formem técnicos devidamente qualificados, visando aumentar a sua eficiência e polivalência por forma a possibilitar uma melhor rentabilidade da mão-de-obra disponível.

A metodologia *Six Sigma* tem vindo a ser desenvolvida desde os anos 80 do século passado, altura em que teve a sua origem no sector da Indústria. A escassez da aplicação da metodologia à área da formação/educação (que se traduz num número muito reduzido de publicações nesta área) traz pertinência à sua aplicação neste Sector, empregando-a em organizações produtoras de serviços e, neste caso específico, a uma organização de Formação Profissional.

### 1.2 Objecto de Estudo

A constante actualização de que tem sido alvo o sector da aviação leva a que se aprimorem os processos, tanto das entidades de manutenção como das que ministram formação em matéria de manutenção, racionalizando-os e regulando-os.

O Regulamento (CE) n.º 2042/2003 da Comissão europeia de 20 de Novembro de 2003, veio estabelecer os requisitos *standard* relativos à aeronavegabilidade permanente das aeronaves e dos produtos, peças e equipamentos aeronáuticos, bem como à certificação das entidades e do pessoal envolvidos nestas tarefas, estabelecendo os requisitos a satisfazer pelas entidades em

matéria de instalações, pessoal, registos dos instrutores, examinadores e avaliadores, material didáctico, material de apoio para formação em manutenção, manutenção dos registos, procedimentos de formação e sistema da qualidade, exames, manual da entidade de formação em manutenção, prorrogativas da entidade de formação em manutenção, alterações ao nível da entidade de formação em manutenção e manutenção da validade. Estas entidades que ministram formação em manutenção podem ser aprovadas para ministrar cursos básicos de formação em manutenção e em tipos de aeronaves e/ou operações.

Coloca-se então, neste contexto, a seguinte questão:

- Qual o contributo possível da metodologia *Six Sigma em Serviços* no controlo e gestão de uma entidade que ministra formação em manutenção?

### **1.3 Objectivos**

#### **1.3.1 Objectivos gerais**

Os objectivos deste trabalho são:

- Verificar a aplicabilidade da metodologia *Six Sigma em Serviços* na TAP MTO (Maintenance Training Organisation) segundo os passos *D-M-A-I-C* (Define-Measure-Analyse-Improve-Control).

#### **1.3.2 Objectivos específicos**

Os objectivos específicos são:

- Determinar a escolha e a aplicação das ferramentas dos passos *DMAIC* da metodologia *Six Sigma*;
- Determinar o peso que a Formação Tipo (qualificação adquirida para trabalhar em determinado tipo de aeronave) tem na Qualidade do Trabalho e nas Competências Técnicas dos colaboradores da TAP M&E (Maintenance & Engineering);
- Determinar os ganhos possíveis de alcançar com esta metodologia.

#### **1.4 Limitações do Estudo**

Seleccionou-se como população-alvo a categoria TMA (Técnico de Manutenção de Aeronaves), visto ser a categoria profissional mais abundante na Organização em estudo.

Na TAP M&E existem vários tipos de formação, ao abrigo do documento supra citado no ponto 1.2, e neste estudo apenas se considerou a Formação Type Training, isto é, a formação ministrada em manutenção nos cursos de Tipo de aeronaves, pelo que este estudo não deve ser directamente extrapolado para outras acções de formação fora deste âmbito.

Outra das limitações está relacionada com o facto de serem aplicadas apenas algumas das ferramentas utilizadas nos passos DMAIC e só para essas é verificada a aplicação. De acordo com a revisão bibliográfica existem outras ferramentas possíveis de utilizar podendo, por isso, ser legítimo pensar que outras seriam também adequadas.

#### **1.5 Estrutura da Dissertação**

No capítulo um, o primeiro de cinco que constituem esta dissertação, após a justificação da escolha do presente estudo, são apresentados o objecto do estudo, os objectivos, as limitações e uma breve síntese da estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, com base nas considerações teóricas fundamentadas pela revisão bibliográfica, é apresentada a metodologia que serve de suporte a este estudo. São abordados os conceitos, definições, métricas e princípios da metodologia.

No terceiro capítulo é feito o enquadramento geral da manutenção, da formação em manutenção e o documento que os regula.

Os capítulos quatro e quinto são o cerne desta dissertação: a Utilização da Metodologia Six Sigma no Âmbito da Formação em Manutenção - o Caso TAP Maintenance Training Organisation, nos quais são apresentados cálculos e resultados na sequência dos passos D-M-A-I-C e no caso específico do capítulo quatro uma fase introdutória de reconhecimento do processo em estudo.

Por último, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões desta dissertação, com a finalidade de sintetizar o estudo e trabalho realizados, resumindo os principais resultados e divulgando sugestões para futuros estudos.

## Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica

### 2.1 Conceito de Serviço

Serviço refere-se a todas as actividades económicas que produzem produtos tangíveis ou intangíveis. Normalmente é consumido no momento em que é produzido e oferece valor acrescentado sob a forma de conveniência, prazer, poupança de tempo, conhecimento ou saúde, factores que o primeiro comprador valoriza. Empresa prestadora de serviços é a que providencia estas actividades (Sang *et al.*, 2009).

Numa breve síntese as características dos serviços são, intangibilidade, a variabilidade, a perecibilidade e a inseparabilidade. A Intangibilidade indica que são abstractos e não sensoriais e que não são percepçionáveis pelos sentidos do consumidor. A Variabilidade é alteração ao desempenho de pessoa para pessoa e a variação da qualidade dos serviços conforme o seu executor (Sang *et al.*, 2009). Em termos de perecibilidade mostra-nos que o serviço não é armazenável e que não é possível balancear a sua produção e as necessidades de mercado através do armazenamento. Por fim a inseparabilidade diz respeito ao facto de a produção não ser separável do consumo, isto é, produção e consumo são simultâneos impondo um contacto directo entre o fornecedor e o cliente (Dong, 2007).

Segundo Grönroos (1990), na perspectiva do cliente, uma boa qualidade do serviço deverá conduzir a um relacionamento de longo prazo com o cliente, pela disposição do cliente a recomendar o serviço a outros e a uma boa imagem.

A proposição de que os serviços são no seu fundamento diferentes da produção e que essas diferenças contribuem para um aumento da complexidade na qualidade do serviço é bem aceite. Na sua generalidade, os factores que os diferenciam incluem a participação do cliente, a inseparabilidade, a perecibilidade, a selecção do local ditada pela localização dos clientes, a intensidade do trabalho, a intangibilidade, e a dificuldade em medir a intangibilidade do produto final (Fitzsimmons and Fitzsimmons, 1994; Lovelock and Gummesson, 2004). Um estudo de 2004 examinou estas diferenças e concluiu que a transacção poderá ser um diferenciador mais útil (Lovelock and Gummesson, 2004).

Contudo, a maioria da investigação na área da qualidade em serviços tem identificado os serviços com base nos diferenciadores aceites e a maioria da investigação centrou-se na identificação de medidas de qualidade de serviço e na identificação dos resultados duma boa qualidade de serviço (Hensley, Rhonda L. and Dobie, Kathryn, 2005).

A qualidade do serviço é complexa no que respeita à sua medição pois, para além dos *standards*, também depende da percepção e da avaliação do serviço por parte do cliente (Wycoff, 1984; Grönroos, 1990).

## **2.2 Six Sigma**

### **2.2.1 História**

O Conceito *Six Sigma* é uma marca registada da Motorola e foi introduzida nos finais da década de '80 do século passado com o objectivo de reduzir os defeitos na produção. O conceito por trás deste método foi desenvolvido por William Smith com o objectivo de lidar com uma elevada taxa de insucesso produzida pelo sistema. Smith propôs a metodologia *Six Sigma* como uma ferramenta cujo objectivo era melhorar a fiabilidade e a qualidade dos produtos, focando-se na redução de defeitos e melhorando os processos de fabrico. Após os bons resultados obtidos pela Motorola, outras empresas começaram a aplicar a metodologia, como por exemplo a AlliedSignal, embora com o nome de “Operational Excellence” (Befrogle III *at al.*, 2001), e também a General Electric Corporation (GE).

Inicialmente desenvolvido como uma estratégia operacional, evoluiu para uma estratégia competitiva corporativa amplamente utilizada em todo o mundo empresarial.

A popularização da metodologia *Six Sigma* ocorreu nos anos 90 do século XX com o *CEO* da GE Jack Welch ao desafiar a sua empresa a atingir o nível de qualidade seis sigma em todos os processos: do fabrico aos serviços. Jack Welch descreve *Six Sigma* como “*a iniciativa mais desafiadora e potencialmente gratificante que alguma vez tivemos na General Electric*”.

Embora a metodologia *Six Sigma* tenha sido originalmente concebida para reduzir desperdício resultante das deficiências dos processos no fabrico, é agora usada por quase todas as indústrias, incluindo as de serviços, como é o caso das empresas de cuidados de saúde. (Krupar, 2003; Antony, 2004; Moorman, 2005). A metodologia *Six Sigma* possui uma flexibilidade tal que permite ser aplicada como estratégia operacional na redução do número de defeitos bem como com a estratégia de negócios para melhorar os processos dos mesmos e desenvolver novos negócios (Kumar, 2007).

### **2.2.2 Algumas definições de *Six Sigma***

*“Six Sigma é a inflexível e rigorosa busca da redução da variação em todos os processos críticos para alcançar melhorias contínuas que aumentam a satisfação e lealdade dos clientes. É uma iniciativa organizacional projectada para criar processos de produção, serviço ou administrativos que produzem no máximo 3,4 defeitos por milhão de oportunidade (DPMO). A ferramenta de melhoria empregue na implementação dos projectos Seis Sigma é o DMAIC: acrónimo que representa Definir-Medir-Analisar-Implementar-Controlar” (Rasis, 2002).*

*“Six Sigma: Um sistema amplo e flexível para alcance, sustentação e maximização do sucesso do negócio. Six Sigma é unicamente orientado pelo bom entendimento dos requisitos dos clientes, pelo uso disciplinado de factos, dados e análises estatísticas, e pela atenção diligente à gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios” (Pande et al., 2000).*

*“Uma abordagem estratégica abrangente,..., focada na redução da variação, cujos projectos têm o potencial de, simultaneamente, reduzir custos e aumentar a satisfação do cliente” (Bendell, 2006).*

### **2.2.3 Definição de Six Sigma**

Six Sigma é uma filosofia de gestão desenvolvida pela Motorola Corporation que estabelece como objectivo a colheita de dados e a análise de resultados, e cujo principal alvo é a redução de defeitos tanto em produtos como em serviços. É um processo disciplinado que ajuda organizações a focarem-se no desenvolvimento e entrega de produtos e serviços próximo dos zero defeitos (Nagi and Charmonman, 2010).

Para Thomas Pyzdec (1999) *“...Six Sigma é na realidade uma forma diferente de gerir uma organização...Six Sigma não é apenas um programa técnico, é um programa de gestão.”*

Para muitos, *Six Sigma* é meramente uma versão sofisticada de Total Quality Management (TQM) onde os sistemas de melhoria contínua devem ser postos em prática com uma pequena quantidade de análises estatísticas e vão sendo acrescentados conforme necessário. Para outros é simplesmente uma aplicação rigorosa de ferramentas estatísticas, tanto básicas como avançadas, numa organização (Breyfogle III *at al.*, 2001).

O Six Sigma pode também ser considerado como uma extensão de outras iniciativas de melhoria da qualidade tais como o SQC (Statistical Quality Control) e o TQM (Total Quality Management) (Kumar, 2007).

Segundo Werkema (2002), *Six Sigma* não envolve essencialmente nada de novo: as ferramentas estatísticas utilizadas já eram conhecidas e faziam parte do arsenal da qualidade

para a eliminação de defeitos. É a abordagem do *Six Sigma* e a sua forma de implementação que justificam o seu sucesso.

Anbari (2002) e Kwak and Anbari (2006) resumem *Six Sigma* como sendo uma estratégia que inclui: TQM, um forte foco no cliente, novas ferramentas para análise de dados, resultados financeiros e gestão de projectos, tudo para satisfação do cliente.

“A razão para o nome *Six Sigma* é que ‘sigma’ é uma letra do alfabeto grego que representa a medida estatística relacionada com a capacidade de um processo, ou a habilidade deste processo em produzir peças sem defeitos. Sigma é a medida da variação do processo ou o desvio padrão” (Klefsjo, 2001).

Estatisticamente, a terminologia *Six Sigma* ( $6\sigma$ ) significa a ocorrência de 6 desvios-padrão entre a média e os limites de especificação inferior (LIE) e superior (LSE) (Behara *et al.*, 1995). Ou seja, quando seis desvios-padrão podem ser encontrados entre a média de uma distribuição e o limite estabelecido pelo requisito do cliente está-se perante um processo *Six Sigma*. Isto equivale a um processo que irá apresentar somente 2 erros ou defeitos por cada mil milhões de oportunidades, sendo que pode-se definir oportunidade como sendo um evento que poderá, ou não, vir a apresentar um erro ou defeito.

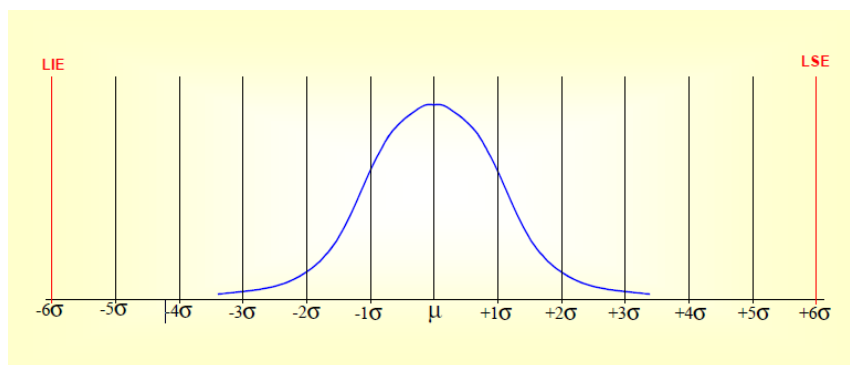


Figura 2.1 Representação gráfica de um processo Six Sigma

(Fonte: Behara *et al.*, 1995)

No entanto, quase todas as bibliografias consultadas definem a metodologia *Six Sigma*, do ponto de vista estatístico, como sendo atribuída a processos capazes de produzir apenas 3,4 defeitos ou erros para cada milhão de oportunidades (DPMO). Qual a diferença, então, em relação aos 2 defeitos ou erros por cada mil milhões de oportunidades?

A resposta pode ser dada da seguinte forma: de acordo com Rotondaro *et al.* (2002), é difícil manter-se um processo sempre centrado já que, a longo prazo, inúmeros factores de

origem empírica acabam por provocar o deslocamento da média nominal do processo em cerca de 1,5 desvios-padrão.

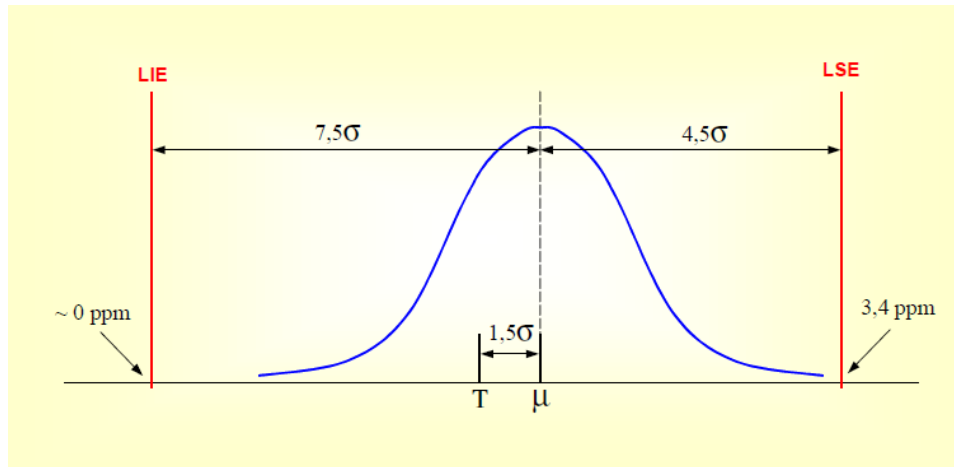


Figura 2.2 Representação gráfica do processo Six Sigma com média deslocada 1,5 $\sigma$






(Fonte: Rotondaro, 2002)

Portanto, um processo pode ser considerado *Six Sigma* quando, a longo prazo, este atingir 4,5 desvios-padrão, o que significará que, a curto prazo, o processo apresentará seis desvios-padrão. É este valor de 4,5 desvios-padrão a longo prazo que representam os tão conhecidos 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (identificados na figura 2.2 como *ppm*) utilizados nas definições para o *Six Sigma*.

No caso de Harry e Schroeder (2005), durante um determinado intervalo de tempo, a média de um processo desviar-se-á do seu objectivo inicial por razões variadas, pois o efeito agregado das variações em relação à linha central de um processo irá aumentar a “*largura de banda*”, isto é, irá aumentar a distância entre o LIE e o LSE de um processo. Quando isto acontece a probabilidade de ocorrerem erros/ defeitos aumenta radicalmente. O aparecimento destes erros/ defeitos provocam, ao longo do tempo, um desvio da média de um processo em cerca de 1,5 $\sigma$ . Na prática isto significa que quando uma companhia reclama que o seu processo está num nível 6 $\sigma$ , na realidade a capacidade do seu processo no curto prazo é de 6 $\sigma$ , mas no longo prazo é de 4,5 $\sigma$  devido ao efeito de desvio da linha central de um processo por obra desses erros/ defeitos (que é de 1,5 $\sigma$ ).

O entendimento do alvo do *Six Sigma* pode ser facilitado se fizermos uma comparação entre o desempenho Quatro Sigma ou 99,38% de produto/ serviço sem defeito, e o desempenho *Six Sigma* 99,99966% de produto/ serviço sem defeito (tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Comparação entre o desempenho quatro sigma e seis sigma

<b>Comparação entre Quatro Sigma e o desempenho Seis Sigma</b>		
<b>Quatro Sigma (99.38%)</b>		<b>Seis Sigma (99.99966%)</b>
Sete horas de falta de energia eléctrica por mês		Uma hora de falta de energia eléctrica a cada 34 anos
5000 Operações cirúrgicas incorrectas por semana		1.7 Operações cirúrgicas incorrectas por semana
3000 Cartas extraviadas para cada 300000 cartas enviadas		Uma carta extraviada para cada 300000 cartas enviadas
Quinze minutos de fornecimento de água não potável por dia		Um minuto de fornecimento de água não potável a cada sete meses

(Fonte: <http://werkemaconsultores.com/inside.php?ident=8>)

Einset (2002), apresenta o impacto financeiro em relação aos diversos níveis sigma, considerando o processo descentrado em 1,5 sigma. As implicações das falhas podem ser aplicadas a qualquer produto, processo ou serviço.

Tabela 2.2 - Conversão do nível de qualidade sigma para a linguagem financeira

<b>Conversão do nível da qualidade para a linguagem financeira</b>		
<b>Nível da qualidade</b>	<b>Defeitos por milhão (ppm)</b>	<b>Custo da não-qualidade (% da facturação da empresa)</b>
Dois sigma	308,537	não se aplica
Três sigma	66,807	25 a 40%
Quatro sigma	6,210	15 a 25%
Cinco sigma	233	5 a 15%
Seis sigma	3.4	< 1%

(Fonte: <http://werkemaconsultores.com/inside.php?ident=8>)

Entende-se que o benefício marginal de qualquer projecto *Six Sigma* decresce à medida que a qualidade sigma cresce, e que o rendimento de um processo cresce (a uma razão decrescente) à medida que a qualidade sigma cresce (Kumar *et al.*, 2007). A figura 2.3 seguinte mostra a relação entre o nível de qualidade sigma e o rendimento de um processo.

Para Linderman (2003), um processo deve atingir o nível 6 sigma, apenas se isto for importante para o cliente e desde que o investimento para o salto em nível sigma não seja tão alto a ponto de inviabilizar economicamente este processo. É evidente que melhorar do nível 2 ou 3 para 4 é exponencialmente mais fácil do que melhorar do nível 4 para 5 ou 6.

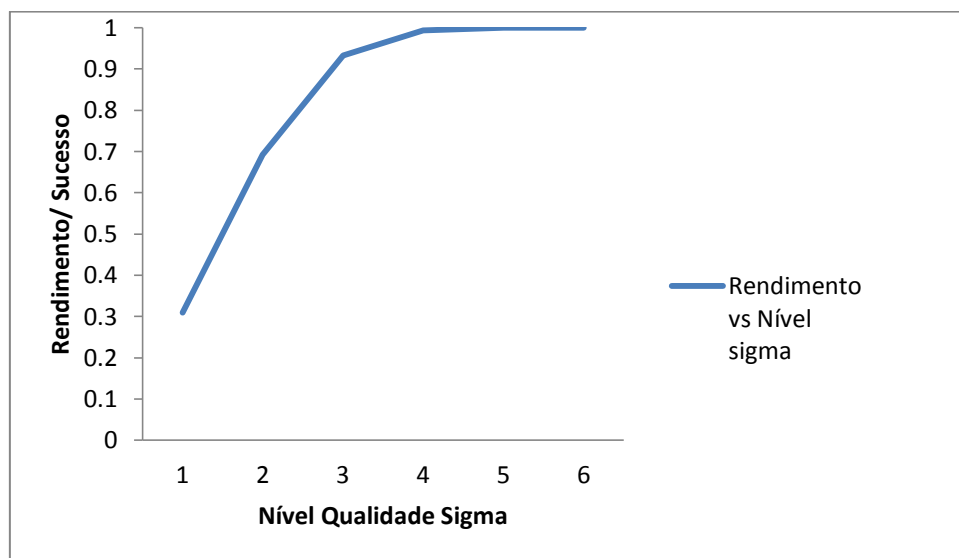


Figura 2.3 Variação da taxa de crescimento do sucesso com o nível qualidade sigma

(Fonte: Linderman, 2003)

Do ponto de vista económico, e devido ao decrescente retorno na escala do rendimento de um processo à medida que o nível de qualidade sigma aumenta, o gráfico ilustra que haverá uma altura em que o investimento realizado na melhoria do processo deixará de ser economicamente viável, especialmente se as alterações ao processo requererem um investimento alto. Por exemplo, considerando a melhoria de um processo de um nível 3 sigma para 4 sigma, de acordo com o quadro acima, essa melhoria consistirá em reduzir os defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) de 66807 para 6210; e se passarmos de um nível 4 sigma para 5 sigma, a redução será de 6210 para 233 DPMO. A redução de DPMO entre o nível 5 sigma e 6 sigma é de 233 para 3.4. Note-se que na maior parte dos casos o esforço para melhorar um processo de 5 sigma para 6 sigma será superior ao requerido por uma melhoria de 4 sigma para 5 sigma (Kumar *et al.*, 2007).

É fácil identificar que à medida que o nível de qualidade sigma aumenta, a melhoria dos processos é em menor escala.

O objectivo central desta metodologia é a redução da variação desde que essa variação resulte numa perda de qualidade. Como exemplo de que a variação pode resultar numa perda de qualidade e conseqüentemente perda financeira, Taguschi e Calusing (1990) reportam o caso Ford e Mazda. A Ford, sendo detentora de 25% da Mazda, pediu à Mazda para fabricar as mesmas transmissões para os seus carros vendidos nos Estados Unidos. Após estarem no mercado, verificou-se que as despesas de garantia das suas viaturas eram superiores às da Mazda. A razão foi identificada: as transmissões da Ford possuíam uma maior variabilidade no processo que as construídas pela Mazda, embora as especificações fossem as mesmas.

Apresenta-se na tabela 3.3 algumas empresas que beneficiaram com a metodologia *Six Sigma* e o que beneficiaram.

**Tabela 3.3 Empresas que beneficiaram com *Six Sigma***

Benefits of Six Sigma in manufacturing sector		
Company/project	Metric/measures	Benefits/savings
Motorola (1992)	In-process defect levels	150 times reduction
Raytheon/aircraft integration system	Depot maintenance inspection time (measured in days)	Reduced 88%
GE/Railcar leasing business	Turnaround time at repair shops	62% reduction
Allied Signal (Honeywell)/laminates plant in South Carolina	Capacity/Cycle time/Inventory/On-time delivery	Up 50%/Down 50%/Down 50%/Increased to near 100%
Allied Signal (Honeywell)/Bendix IQ brake pads	Concept to shipment cycle time	Reduced from 18 months to 8 months)
Hughes aircraft's missile systems group/wave soldering operations	Quality/productivity	Improved 1000%/improved 500%
Continental Teves/Brake and axle assemblies	Failure rate	More than 50% reduction in failure rate
Borg Warner Turbo Systems	Financial	\$ 1.5 million annually since 2002
General electric	Financial	\$2 Billion in 1999
Motorola (1999)	Financial	\$15 Billion over 11 years
Dow chemical/rail delivery project	Financial	Savings of \$2.45 million in capital expenditures
DuPont/Yerkes plant in New York (2000)	Financial	Savings of more than \$25 million
Telefonica de espana (2001)	Financial	Savings and increase in revenue 30 million Euro in first 10 months
Texas instruments	Financial	\$600 million
Johnson and Johnson	Financial	\$ 500 million
Honeywell	Financial	\$ 1.2 billion
Ford motor compant/exterior Surface defects	Financial	\$500,000

(Source: Kwak and Anbari, 2006; Weiner, 2004; De Feo and Bar-El, 2002; Antony and Banuelas, 2002; Buss and Ivey, 2001; McClusky, 2000; Anon, 2007a,b).

### 2.2.4 Metodologia *Six Sigma*

A metodologia Six Sigma é abrangente e sistemática. Essa sistematização é-lhe dada pelo ciclo DMAIC (Define-Measure-Analyse-Improve-Control ou em português Defenir-Medir-

Analisar-Melhorar-Controlar) cujas fases têm o mesmo nome do significado deste acrónimo. Nos próximos pontos é explicado esse ciclo e cada fase desse mesmo ciclo.

#### 2.2.4.1 Introdução à metodologia *Six Sigma*- o ciclo DMAIC

O ciclo DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control), pela sistematização que permite, foi introduzido pela Motorola no final dos anos 80 como sendo o ciclo de vida do projecto *Six Sigma*. Desde então, o ciclo DMAIC tem sido essencial em todas as iniciativas *Six Sigma*. Algumas companhias, como por exemplo a Dow Chemical e American Express, por forma a acentuarem ainda mais os seus benefícios durante a fase *Control*, acrescentaram uma outra fase denominada *Leverage* (L) – que em português pode traduzir-se como *Alavancagem* – que permite que o que se aprendeu num determinado projecto se possa *alavancar* para outras áreas e/ou projectos da mesma empresa e deste modo transformaram DMAIC em DMAICL (Basu, 2009).

Se por um lado o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) – em português Planear, Executar, Verificar, Agir - de Deming se tem estendido ao desenvolvimento de políticas da qualidade, por outro lado o ciclo DMAIC tem acrescentado o rigor do ciclo de vida de projecto à implementação dos projectos *Six Sigma* (Basu, 2009). Na figura 2.4 é possível ver a relação que existe entre um ciclo de vida de projecto, o ciclo PDCA e o ciclo DMAIC.

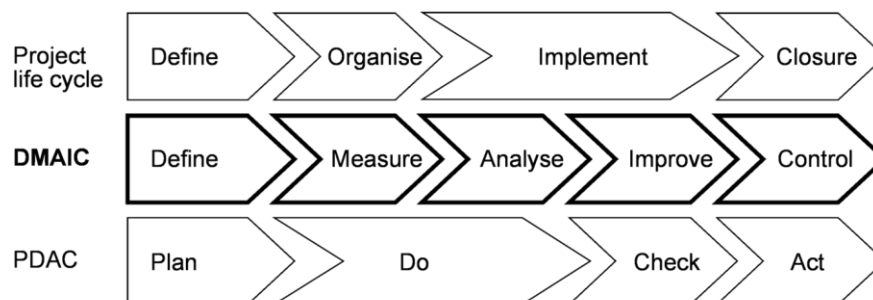


Figura 2.4 Ciclo de vida DMAIC

(Fonte: Basu, 2009)

#### 2.2.4.1 Definição de DMAIC

Como referido, DMAIC é o acrónimo das seguintes fases:

- *Define* (Definir) (**D**) – identificar, definir prioridades, selecção do projecto certo.
- *Measure* (Medir) (**M**) – medir as características chave do processo, os seus parâmetros e o seu desempenho.
- *Analyse* (Análise) (**A**) – identificar as causas chave e determinantes do processo.
- *Improve* (Melhorar) (**I**) – alterar o processo e otimizar o seu desempenho.
- *Control* (Controlar) (**C**) – manutenção das melhorias

#### 2.2.4.2 Aplicação do Ciclo DMAIC

O ciclo DMAIC é parte integrante da iniciativa *Six Sigma*.

O DMAIC é também utilizado para criar um “*processo fechado*” (“Gated Process”) (ver figura 2.5) para controlo de processo. Por exemplo, se os critérios para uma determinada fase de um projecto estão definidos, só se passa à fase seguinte se esses mesmos critérios estiverem cumpridos. Chegando ao fim da fase *Control*, avança-se para o próximo projecto, criando um ciclo fechado (Pyzdec, 2003).

Um dos elementos-chave do *Six Sigma* são as medições e análise de dados para a melhoria dos processos. Torna-se, pois, evidente que sem dados apenas existem opiniões (Nagi, 2010).

Como resumo da aplicação da técnica do ciclo DMAIC, podemos considerar que se o processo não for definido não é possível medi-lo. Sem medição não é possível analisar e sem análise não há melhoria nem manutenção de resultados, pois não sabemos o que melhorar. Gera-se então um ciclo fechado em que após a fase *Control* se inicia um novo projecto.

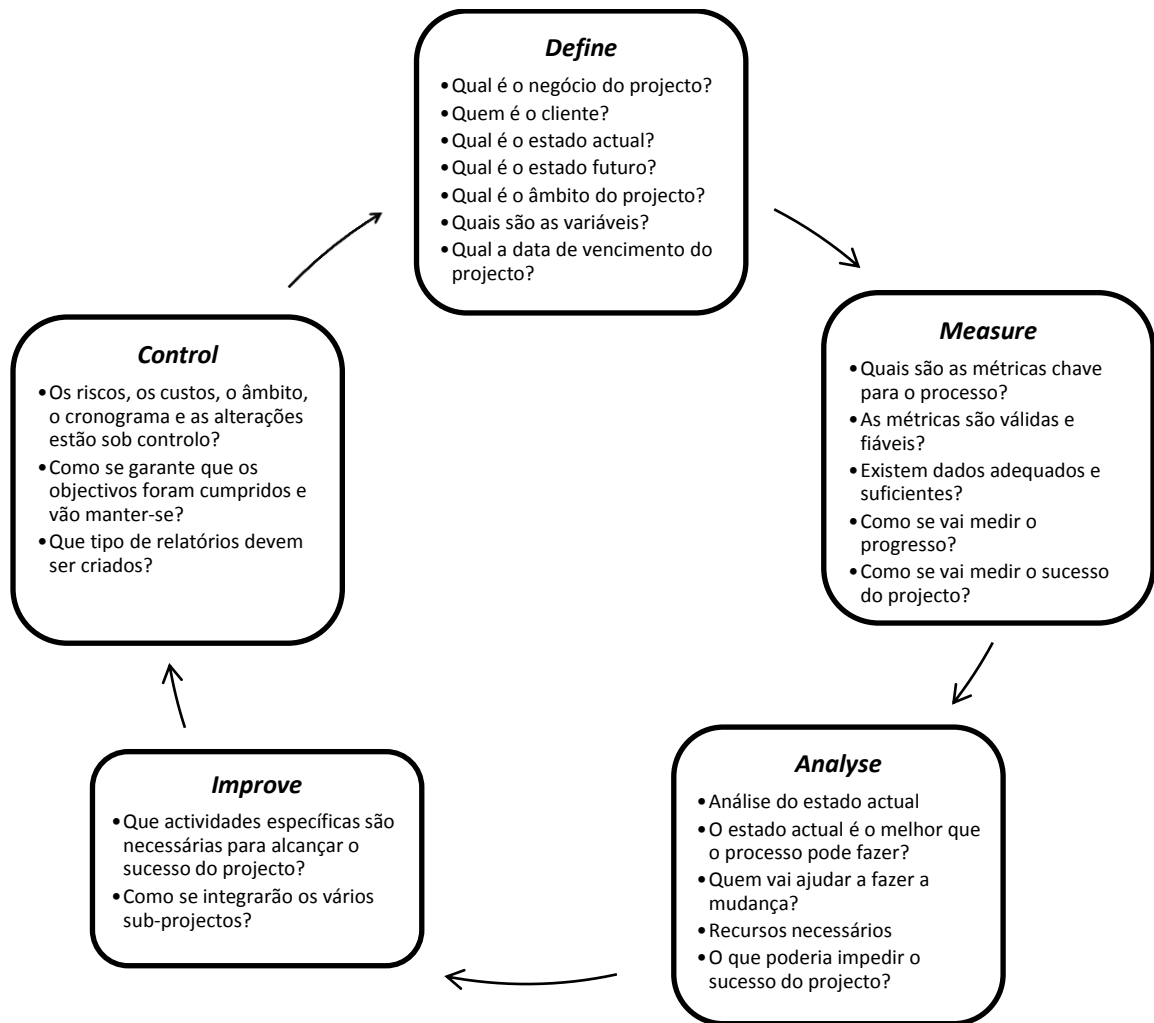


Figura 2.5 Ciclo DMAIC como um circuito fechado (“Gated Process”)

(Fonte: [www.pyzdek.com](http://www.pyzdek.com))

### 2.2.4.3 Passos do DMAIC

Os passos chave do DMAIC estão bem definidos. A cada fase é-lhe requerido que assegure o melhor resultado possível. Os passos do processo são (Basu, 2009; George et al., 2005; George, 2003):

1. *Define (Definir)*: Na fase inicial é importante definir o propósito, o âmbito, os objectivos e expectativas, os recursos e o cronograma do projecto. Quem são os clientes, os seus requisitos e o que é crítico para a qualidade (*CTQ- Critical-to-Quality*), a área de actuação e a equipa envolvida estão claramente identificadas nesta etapa.

As ferramentas utilizadas nesta fase são o *Benchmarking*, o *VOC (Voice-Of-the-Customer)* que é onde se recolhe dados, ouvindo os clientes, para formular os requisitos dos mesmos), a carta de projecto, o diagrama do processo e o *SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer)*.

Os resultados finais desta fase são:

- Relatório com a definição do projecto (Carta de Projecto ou *Project Charter*).
- Documentação que relate quem são os clientes (internos ou externos) e quais as suas necessidades.
- Relatório com as características-chave do processo, isto é, quais os elementos ou atributos de um serviço críticos aos olhos do(s) cliente(s) (CTQs) definidos.
- Mapeamento do processo, onde se identificam todos os intervenientes no processo (onde se incluem os *inputs* e *outputs*).
- Equipa formada e treinada.
- A criação de um plano de comunicação entre a equipa.

2. *Measure (Medir)* - No início de uma viagem, o mais importante é conhecer o destino. A fase “*Define*” providencia o mapa do caminho. Contudo, mesmo tendo um mapa fiável, é possível ficar-se perdido se não se conseguir saber onde se está exactamente ao longo do percurso. A fase “*Measure*” localiza com exactidão a actual posição definindo o ponto de referência. Um ou mais CTQs são medidos para extrair dados suficientes do processo sob investigação, considerando pelo menos o desempenho médio e alguma estimativa da variação.

As ferramentas para esta fase podem ser o fluxograma, algumas ferramentas do SPC (*Statistical Process Control*), Gráfico de Pareto e Cartas de Controlo.

Os principais resultados nesta fase são:

- Um conjunto de métricas para medir o progresso e os objectivos do projecto.
- Um sistema de medição capaz
- A capacidade do processo e a base de referência Sigma
- Dados fidedignos para os inputs e outputs críticos de modo a poderem ser usados na análise de defeitos e variação

3. *Analyse (Análise)*: Uma vez documentado o modelo de desempenho, o objectivo desta fase é validar a(s) causa(s) do(s) problema(s). Os passos seguidos passam por analisar o processo identificando os constrangimentos, medindo-os e avaliando os seus impactos na variação e, conseqüentemente, na capacidade de satisfazer os requisitos dos clientes e os CTQs; Analisar os dados recolhidos na fase “*Measure*” passa também pela criação de teorias capazes de explicar potenciais causas recorrendo, por exemplo, ao *Brainstorming*, FMEA (*Failure-Mode-and-Effects-Analysis*), diagramas causa-efeito (*Cause-and-Effect diagrams*), árvore de falhas (*fault tree*); Recorrendo ao *Brainstorming*, à selecção e técnicas de definição de prioridades, como por exemplo o Diagrama de Pareto, é possível restringir a busca das causas e as relações causa-efeito significativas; é igualmente importante, quando se justificar, a colheita adicional de dados para uma verificação das causas recorrendo ao uso de ferramentas de análise, tais como a análise de dispersão, ANOVA (*Analise of Variance*), o teste de hipóteses, ou até mesmo a regressão, para verificação das relações causa-efeito significativas. Por fim, se as causas encontradas forem justificação para a variação e produção de defeitos está-se então em boa posição para seguir para a fase seguinte. Na figura 2.6 é possível visualizar, de forma sucinta, o encadeamento dos passos mencionados para esta fase na qual se deve ser capaz de comparar as várias opções e determinar qual a melhor alternativa. Expor um balanço apropriado entre os detalhes da análise é um factor chave.

Não existe um número máximo ou mínimo de ferramentas a utilizar. Além das acima mencionadas destaca-se ainda a *Five Whys* e, para casos mais complexos numa aplicação mais avançada, a DOE (*Design-of-Experiments*) - Desenho de experiências.

Os resultados importantes nesta fase são:

- As causas especiais e comuns de variação.
- As áreas prioritárias a melhorar.
- Diagramas e outras análises de dados que suportem a decisão.

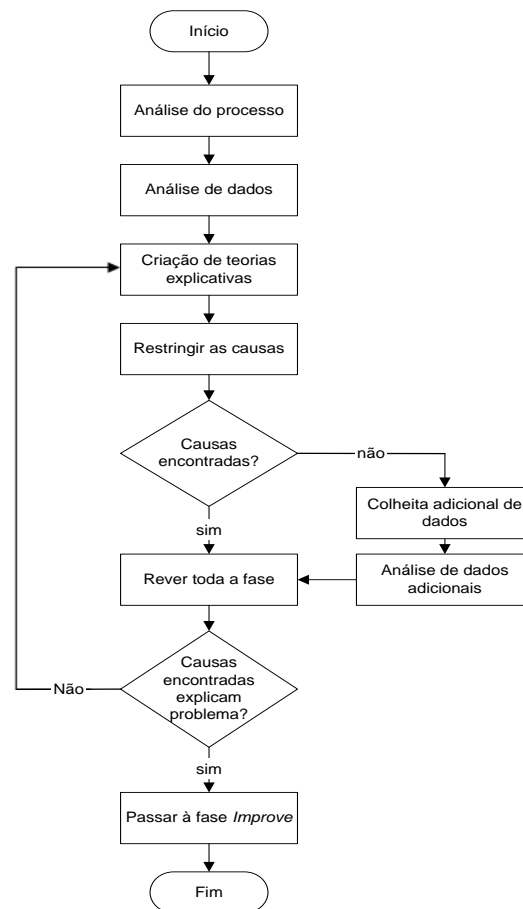


Figura 2.6 Fluxograma de resumo da fase Analyze

4. *Improve (Melhorar)*: Durante a fase *Improve*, para assegurar que os resultados desejados com as ideias e soluções implementadas são alcançados, tornam-se necessárias verificações constantes. Ainda nesta fase podem ser necessárias algumas experimentações e ensaios, a fim de se encontrar a melhor solução. O principal alvo desta fase é a redução ou eliminação de defeitos e a redução de custos que estão directa ou indirectamente relacionados com os requisitos de cliente – o foco é sempre o cliente. Terminada a fase *Improve* segue-se, a fase *Control*, o passo seguinte e último do ciclo DMAIC.

As ferramentas e técnicas na fase *Improve* podem incluir DOE e simulação.

As principais prestações para esta fase são:

- As tarefas principais exigidas para implementar a melhoria

- Um processo melhorado que é estável, previsível e que vai ao encontro dos requisitos do(s) cliente(s)
5. *Control (Controlar)*: O propósito desta fase é completar o projecto e entregar o processo já melhorado ao seu proprietário, com os procedimentos necessários à manutenção dos resultados. Na fase *Control* a estabilidade e a fiabilidade do processo devem ser asseguradas e a sua capacidade final determinada. Desta fase faz parte o desenvolvimento de toda a documentação necessária à posterior aplicação (alavancagem) dos conhecimentos adquiridos a outras áreas da empresa, e que algumas empresas transportam para a fase *Leverage*, aproveitando para dar continuidade imediata à melhoria do processo seguinte. Considerando o ciclo DMAIC (e não DMAICL), terminado este ciclo inicia-se um outro projecto retomando à fase *Define*, confirmando que a metodologia *Six Sigma* é de melhoria contínua, como ilustra a figura 2.5.

Na fase *Control* as ferramentas e técnicas podem incluir *SPC*, *FMEA* e *Benefit Tracking* (que consiste em calcular o benefício – financeiro - criado pelo projecto. “*A project is not successful unless it delivers positive benefit to the organisation. It is not fully successful unless it delivers optimum benefit*”) (Wallace, 2007)

As principais prestações da fase *Control* são:

- Análise custo-benefício.
- Um sistema de monitorização da solução implementada com métricas específicas que permitam que o processo seja regularmente auditado.
- O relatório final com documentação completa do projecto, incluindo os conhecimentos adquiridos e recomendações para acções e/ou oportunidades posteriores.

#### 2.2.4.4 Ferramentas *Six Sigma*

As ferramentas utilizadas ao longo das várias fases do ciclo DMAIC são variadas. Enumeram-se agora algumas delas que se considerou serem as mais utilizadas, podendo no entanto existir outras não contempladas aqui (Siqueira Campos, 2003):

- Modelo de Kano
- Quality Function Deployment (QFD – House of Quality)

- Suppliers, Inputs, Process, Output, and Customers (SIPOC) process map
- Voice of the Customer (VOC)
- Critical-To-Quality Tree (CTQ)
- Diagrama de Afinidades
- Matriz de Prioridades (GxUxT)
- Diagrama de Pareto (Análise ABC)
- Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
- Brainstorming
- Diagramas de Causa-Efeito (ou Diagrama de Ishikawa)
- Design Of Experiments (DOE)
- Controlo Estatístico de Processo (SPC)
- Ciclo PDCA (*Plan-Do-Control-Act*)
- Teste de hipóteses
- Histograma
- Project Charter

#### 2.2.4.5 Benefícios do DMAIC

Segundo Basu (2009) e George (2003), o sucesso do DMAIC está tão ligado ao sucesso do *Six Sigma* que muitas vezes é considerado sinónimo de *Six Sigma*. Para Basu (2009) e George (2003) os seus principais benefícios são os seguintes:

- Permite uma abordagem sistemática que é comum a todos os envolvidos no projecto.
- O DMAIC representa o ciclo de vida de cada projecto *Six Sigma* conseguindo transmitir o rigor e a disciplina da gestão do projecto para alcançar os seus objectivos.
- É uma abordagem orientada para os resultados, assegurando benefícios e redução de custos.
- Todos os envolvidos recebem formação e são treinados.
- Envolve as altas chefias no projecto.

- É simples de seguir por todos os membros da equipa.
- É aplicável também em serviços.
- Reduz a variabilidade e defeitos.

#### **2.2.4.6 Factores para o Sucesso na Implementação *Six Sigma***

Os textos sobre *Six Sigma* são unânimes quanto à importância de recursos humanos preparados para o desafio da sua implementação. A excelência pessoal é mais importante do que a excelência técnica; criatividade, colaboração, dedicação e comunicação são muito mais importantes do que qualquer equipa de estatísticos (Pande et al., 2000).

Num estudo sobre pequenas e médias empresas, T-L. Chang (2002) encontrou 10 factores críticos de sucesso para a implementação do *Six Sigma*. São eles: (1) liderança; (2) planeamento estratégico; (3) *benchmarking* competitivo; (4) gestão do processo; (5) desenvolvimento dos recursos humanos; (6) educação e formação; (7) ferramentas da qualidade; (8) informação e análise; (9) foco nos clientes e no mercado; e (10) gestão dos fornecedores. No caso de Lee (2002), os factores críticos de sucesso são: (1) adopção de programas prévios na área de qualidade; (2) liderança da alta administração; (3) processo de gestão; (4) características dos membros da equipa; (5) programas de formação em *Six Sigma*; e (6) uso de ferramentas analíticas e estatísticas.

Ambos os estudos fazem referência à equipa, às suas características e à sua formação.

Quando se pretende implementar a metodologia *Six Sigma*, surgem dois grandes desafios: (1) seleccionar projectos cujo contributo para os objectivos da empresa é relevante; (2) formar e treinar um grande número de pessoas para que sejam o mais eficazes possível enquanto membros da equipa (George *at al.*, 2004). Em muitas companhias, as soluções para estes desafios passam por:

- Criar novas funções de apoio para suportar a maior responsabilidade.
- Expansão das funções já existentes e suas responsabilidades para supervisionarem e apoiarem os novos esforços.
- Desenvolver o treino apropriado para cada um dos que estão envolvidos no projecto.
- Criação de novos procedimentos que asseguram que os esforços aplicados estão de acordo com as questões do negócio.

As companhias que inventaram o *Six Sigma* atribuíram nomes especiais a cada um dos novos papéis desempenhados, baseando-se na prática do *Karate* onde existem diferentes cores de cinturões consoante os níveis de responsabilidade e mestria, razão pela qual se classificam *Belts* (Cinturões) os membros da equipa *Six Sigma* (George et al, 2004).

Vários são os papéis desempenhados, níveis de atribuição e de responsabilidade numa empresa desde a liderança, que detém a responsabilidade pelo sucesso do *Six Sigma*, até o colaborador operacional, que dá apoio. Esses papéis são: Equipa de Liderança; Campeões (champions); Patrocinadores (sponsors); Mestres Cinturão Negro (Master Black Belts); Cinturões Negros (Black Belts) ; Cinturões Verdes (Green Belts) e Cinturões Brancos (White Belts) (Trade e Maximiano, 2009).

De acordo com Pyzdek (2000), o projecto *Six Sigma* deve ser liderado pelo CEO (Chief Executive Officer) da companhia, que é o responsável pelo desempenho da empresa como um todo: “O *Six Sigma* é uma filosofia que deve ser implementada de cima para baixo”. O *Six Sigma* altera os principais fluxos de valor dos negócios que transpõem as barreiras organizacionais. É o meio pelo qual os objectivos estratégicos da empresa são alcançados. Esta equipa (Liderança) é responsável pela monitorização e pela orientação da utilização dos recursos (George et al.,2004).

Rotondaro et al. (2002) também atribui funções específicas ao que chama de “Lider Executivo”, dando ênfase à verificação dos benefícios financeiros alcançados com os projectos *Six Sigma*.

Os *Champions*, em *Six Sigma*, são líderes a nível executivo que entendem o *Six Sigma* e estão comprometidos com o seu sucesso. Em organizações maiores o *Six Sigma* é liderado a tempo inteiro por um *Champion*, como um Vice-Presidente Executivo e que reportam ao *CEO* ou Presidente. Os *Champions* podem ser líderes informais que utilizam o *Six Sigma* no seu trabalho do dia-a-dia e que comunicam a mensagem do *Six Sigma* em todas as oportunidades.

Os *Sponsors* são donos dos processos e sistemas que ajudam a iniciar e coordenar as actividades de melhoria *Six Sigma* nas suas áreas de responsabilidade (Pyzdek, 2000; George et al., 2004; George, 2003).

A posição de *Master Black Belt* representa o mais alto nível das competências técnicas e organizacionais. São empregados da empresa que recebem formação em técnicas avançadas de resolução de problemas. Têm de saber tudo o que os *Black Belts* sabem e ainda dominar ferramentas estatísticas e matemáticas para a resolução de problemas mais complexos que venham a surgir. As suas responsabilidades passam por treinar e orientar os *Black Belts*,

monitorizando o progresso da equipa e assistindo a equipa sempre que necessário. (Pyzdek, 2000;Pande et al., 2001; George, 2003; George et al., 2004).

Os *Black Belts* devem estar activamente envolvidos no processo organizacional de mudança e desenvolvimento. São empregados da empresa que recebem formação específica em liderança e resolução de problemas. Em suma, são os responsáveis pela liderança e orientação das equipas dos projectos e pela apresentação dos resultados dos projectos seleccionados. (Pyzdek, 2000;Pande et al., 2001; George, 2003; George et al., 2004).

Os outros ‘cinturões’, nomeadamente os *Green Belts* são líderes de projectos *Six Sigma* capazes de formar e conduzir equipas *Six Sigma* e administrar os projectos desde a sua concepção até à conclusão, mas apenas do ponto de vista do projecto. Os *Yellow* e *White Belts* é-lhes permitido fazer a gestão de projectos, apesar de não liderarem equipas. Tanto uns como outros são trabalhadores da empresa que mantêm as habituais funções, mas que a tempo parcial trabalham em projectos *Six Sigma* nas suas áreas (Pyzdek, 2000;Pande et al., 2001; George, 2003; George et al., 2004).

É comum algumas empresas terem pessoas que trabalham 100% do seu tempo dedicados à metodologia como, aliás, está previsto na metodologia *Six Sigma*. No entanto, um estudo realizado por Trade e Maximiano (2009), revela que não houve evidência estatística de que os *Black Belts* de tempo integral tivessem maiores taxas de conclusão de projectos do que os *Black Belts* de tempo parcial.

Além dos elementos a *full-time*, é fundamental que se encontrem formas da metodologia *Six Sigma* estar ligada à realidade da empresa. Isso implica que sejam dadas responsabilidades adicionais a algumas posições já existentes.

A metodologia *Six Sigma*, com a ajuda do ciclo DMAIC, sistematiza os problemas, (permitindo a qualquer pessoa da organização fazer parte da equipa de mudança) combate a variabilidade e reduz defeitos, é capaz de modernizar os negócios, conjuga bem todas as ferramentas anteriores, valorizando-as, e é capaz de aliar os objectivos do negócio à satisfação do cliente.

### **2.2.5 Six Sigma orientado para os Serviços**

*“The lack of initial Six Sigma emphasis in the non-manufacturing areas was a mistake that cost Motorola at least \$5 billion over a four year period”*

- *Bob Galvin, former CEO of Motorola*

Os benefícios alcançados pelo *Six Sigma* em ambiente industrial podem ser transferidos para os serviços. Alguns dos projectos direccionados para a produção têm componentes de serviços. À semelhança da produção, também os serviços contêm itens que são rejeitados e reprocessados ao longo do processo, o que demonstra, que existem custos devidos à inconsistência do processo (Bisgaard and Freiesleben, 2004). A aplicação do *Six Sigma* para reduzir esses custos, desenvolvendo um sistema para a melhoria da qualidade, deve conduzir a uma maior consistência do processo de um qualquer serviço. Como consequência, essa consistência deve conduzir a uma melhoria do nível de qualidade, redução de desperdício, a um maior foco no cliente e aumento da produtividade do processo. (Bane, 2002; De Feo and Bar-El, 2002).

As empresas tradicionais estão a transferir para os serviços os seus conhecimentos adquiridos na produção. São o caso, por exemplo, da Ford Motor Company, da Caterpillar e General Electric e a Motorola, entre outras, que os aplicam em áreas como processamento de encomendas, serviço de manutenção, logística e serviços financeiros (Hesly and Dobi, 2005).

O *Six Sigma* está igualmente a ser aplicado em serviços de fornecimento de electricidade e gás, todos eles com resultados positivos (Steele, 2004), na aviação como é exemplo o caso da KLM que desde 2004 tem implementado o *Six Sigma* e na logística, a UPS e FEDEX.

### **2.2.6 Potenciais dificuldades no uso do *Six Sigma* em Serviços.**

Hesly e Dobi (2005) identificaram quatro potenciais causas que podem complicar a implementação do *Six Sigma* em serviços:

- É mais difícil de reunir dados;
- Medir a satisfação dos clientes pode ser mais difícil do que na produção devido à interacção entre o cliente e o serviço providenciado e que pode gerar complicações;
- As fases *Measure* e *Control* poderão ser mais difíceis de controlar em serviços já que os seus subprocessos são mais difíceis de quantificar e os dados mais difíceis de agrupar;
- Muitos dos dados em serviços são colhidos manualmente e, muitas vezes, em interacções face-a-face, em contraposição com os processos da produção onde os dados são recolhidos automaticamente (Benedetto, 2002).

### 2.3 Six Sigma e a Educação/ Formação

É interessante notar que existe pouca discussão, na actual literatura, sobre ‘Six Sigma e educação/ formação’. Não é surpreendente uma vez que, ao contrário dos processos de produção onde existem repetíveis e mensuráveis Critical-to-Quality (CTQ), os processos educacionais/formação são mais complexos, com múltiplos CTQs e componentes que interagem entre si. Seria difícil calcular ou justificar uma medida sigma para um CTQ como “*A média dos exames para um determinado módulo tem de ser pelo menos 85% em três semestres consecutivos*”. Por outro lado, não é prático o uso de sigma para medir a qualidade de um processo de instrução ou avaliar a sua capacidade e calibrar o seu desempenho (Ho, 2006).

Porque é que ainda não existe literatura com discussões sobre a implementação do *Six Sigma* em instituições de ensino como existe para a produção ou serviços? E será possível alcançar o grande impacto do *Six Sigma* na Educação? Estarão as escolas, universidades e outras instituições de ensino preparadas para a qualidade *Six Sigma*? De facto, não é uma questão simples de resolver. A aplicabilidade da abordagem *Six Sigma* não se torna tão óbvia como quando a aplicamos na produção ou serviços. O sistema educacional é mais complexo, lidando com uma grande variedade de estudantes e processos com múltiplos *CTQs*. Existem fortes ligações entre os processos de transferência de conhecimento dos professores e os processos de aprendizagem dos estudantes, cujos factores causais estão, muitas vezes interligados. Esta complexidade de interacções entre processos interligados é retratada por Ho (2006) numa versão de um modelo de diagrama SIPOC interpretado a partir de uma perspectiva educacional. (figura 2.7)

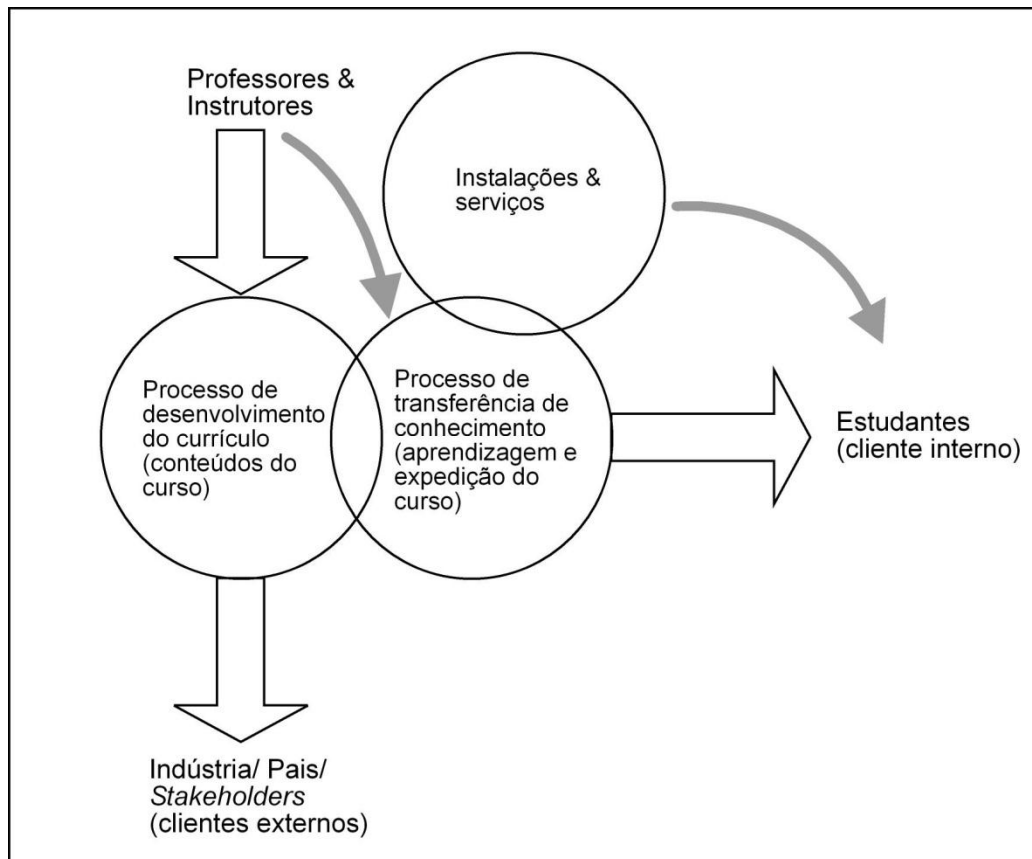


Figura 2.7 Versão do modelo SIPOC no contexto educacional

(Fonte: Ho, 2006)

Nagi and Charmonman (2010) mostram que a metodologia *Six Sigma* pode ser adaptada para sistematicamente avaliar as componentes do e-Learning e descrevem os passos básicos Six Sigma neste tipo de processo, expostos na figura 2.8 e enumerados abaixo:

- Measuring Goals (G): Quais as metas a medir?
- Questions (Q): Que questões devem ser feitas ou levantadas e como podem ser respondidas?
- Indicators (I): Quais são os indicadores no uso de objectos ou componentes eLearning?
- Measure (M): Como medi-los? Quais os dados que podem ser usados?

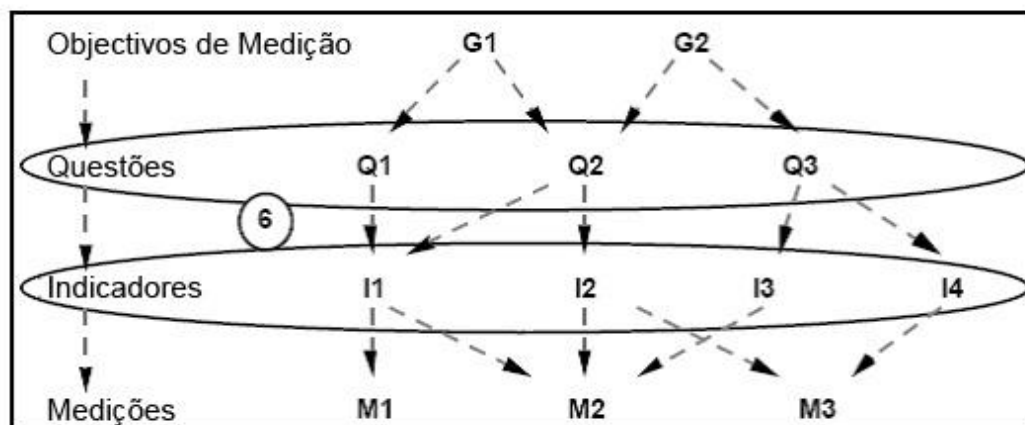


Figura 2.8 Passos Six Sigma em eLearning

(Fonte: Nagi and Charmonman, 2010)

O *Six Sigma* é uma estratégia e uma metodologia baseada na quantificação. A chave é conhecer e especificar aquele que é realmente o resultado desejado e quantificar os processos.

Ho (2006) diz-nos que a metodologia *Six Sigma* pode ainda servir como plataforma para o avanço do desempenho nas escolas, e dá-nos como exemplo a School Excellence Model (SEM) (ver Anexo VI), que é um modelo de avaliação da qualidade no quadro do Singapore Quality Award (SQA) (ver Anexo VI), e tem sido desenvolvido para estimular as escolas a alcançarem os resultados esperados no fornecimento de uma educação holística aos alunos.

A metodologia *Six Sigma* pode também fundamentar o quadro do SEM quando este instrumento é usado para analisar processos críticos que influenciam os resultados da educação. A dificuldade em adoptar o *Six Sigma* enquanto modelo para a excelência na educação é uma área interessante e digna de exploração. Contudo, é preciso compreender as várias facetas da educação, os perigos do *Six Sigma* e os falsos conceitos na educação.

A informação “é uma entidade que reduz a incerteza sobre um evento ou estado” descreve Henry Lucas (2001). Segundo Almir Fernandes (2001) “Nas sociedades primitivas, a informação tinha a velocidade das passadas de um homem; hoje tem a velocidade do pensamento.”

Quanto maior a quantidade de informação menor a incerteza, e vice-versa. O problema é que a informação se deteriora muito rapidamente, daí a necessidade de possuir meios ágeis para sua propagação. Acesso, informação e conhecimento são entidades cada vez mais vitais num mundo altamente competitivo e ligado, e quem não as possuir estará inexoravelmente à margem das oportunidades.

A Economia do Conhecimento é definida por Marcos Cavalcanti (2001) como uma economia na qual a criação e o uso do conhecimento são os aspectos centrais das decisões e do crescimento económico. Perante isso pode dizer-se que, sem o conhecimento, manter a sustentabilidade do diferencial competitivo das organizações se torna impossível.

Davenport e Prusak (1998) explicam que o conhecimento é decorrente da informação, que por sua vez deriva de conjuntos de dados. Segundo estes autores, “os dados são séries de factos ou eventos isolados. São registos sem significado inerente, que se transformam em informações ao adquirirem significado.” Para que ao dado seja agregado valor, é preciso que este seja reunido num conjunto organizado logicamente, segundo um determinado objectivo. Ainda segundo Davenport e Prusak (1998) *“as informações são dados que, entendidos pelo indivíduo, têm relevância, propósito e causam impacto tanto no seu julgamento como no seu comportamento.”*

Quanto ao conhecimento, podemos considerar que: *“não é sinónimo de acumulação de informações, mas um agrupamento articulado delas por meio da legitimação empírica, cognitiva e emocional. O termo conhecimento significa compreender todas as dimensões da realidade, captando e expressando essa totalidade de forma cada vez mais ampla e integral”*. (Angeloni, 2002). *“Conhecimento é uma forma organizada de informações consolidadas pela mente humana por meio dos mecanismos cognitivos da inteligência, da memória e da atenção”*. (Pereira, 1997)

O sucesso da empresa está directamente ligado ao seu pessoal, seu principal activo, responsável pelo aumento da qualidade dos seus produtos e serviços e responsável no mercado pela sua competitividade.

Segundo a visão de Cavalcanti (2001) o chamado capital intelectual da organização é composto pelas pessoas. O capital intelectual é composto pelas habilidades, competências e relacionamentos pessoais. Refere-se tanto à capacidade, habilidade e à experiência quanto ao conhecimento formal das pessoas que integram uma organização.

Para reunir e desenvolver o capital intelectual que compõe a organização é necessário, em primeiro lugar, que esta defina as suas competências essenciais. *“As competências essenciais são definidas, portanto, como o conjunto de habilidades e tecnologias que permite à organização oferecer benefícios ao cliente”*. (Cavalcanti, 2001).

Bhola (1985) identifica cinco “normas” que clarificam o conceito e a definição da aprendizagem num adulto e a sua ligação à aprendizagem permanente:

1. *A norma da Utilidade.* É a mais importante e influente. A Formação no adulto torna-se num requisito na medida em que ajuda o formando na melhoria das condições de vida e de trabalho, muitas vezes com referência à área vocacional, técnica, profissional e no desenvolvimento de capacidades próprias.
2. *A norma da Liberdade Estrutural* ou qualquer actividade organizada, sistemática, educacional exercida fora do âmbito do sistema formal de aprendizagem.
3. *A norma do Interesse Pessoal*, ou o que desperta o interesse em novos conhecimentos, técnicas ou métodos.
4. *A norma da Abrangência* da aprendizagem ou formação contínua.
5. *A norma da Essencialidade* ou a necessidade absoluta da formação básica, tal como a matemática e a alfabetização.

John Man (2002) explica que a metodologia Six Sigma pode ser adoptada enquanto modelo que permite que “formandos adultos” empreendam numa aprendizagem vitalícia, tanto nas suas Organizações como na sua vida pessoal. As características e normas que definem a natureza dos formandos adultos têm um paralelismo óbvio e imediato com as fases do ciclo de DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar) da metodologia Six Sigma. Esta correlação forte e positiva sugere que a metodologia Six Sigma pode ser usada para instigar a aprendizagem e a criação de novas tecnologias.

O ciclo DMAIC é um ciclo de desenvolvimento. Pode ser utilizado como “ciclo de pensamento” por um formando adulto e posteriormente como uma ferramenta de desenvolvimento contínuo - sob a forma de aprendizagem contínua.

A tabela 2.4 mostra como o desenvolvimento contínuo pode ser fundamentado pelo ciclo DMAIC, fazendo-o corresponder aos conceitos de aprendizagem no local de trabalho.

**Tabela 2.4 Linking DMAIC to how workers learn best**

Linking DMAIC to how workers learn best	
Workers learn best when . . .	DMAIC link
1 There are clear learning objectives	1 The value of the learning (objective) derives from a personal/group need – the utility of VOC
2 Educators support the objectives	2 The VOC forms the common platform for aligning workers' performance and management's goals. It is in management's interests to support learning which empowers workers and allows them to make a fuller contribution
3 Workers are treated as adults	3 The DMAIC cycle is an empowering cycle, expecting all to make a contribution. It is how workers shape their work; not how management shapes it for them
4 The methods of analysis are relevant to their performance	4 Measurements and methods are applied to areas that are of value and the creation of new knowledge that brings about a positive change. The six sigma forms the basis to generate the motivation for learning
5 Workers can use their experience and existing knowledge in the learning process	5 The need for change, diagnosis and gain proceeds from observable experiences, experiments and validation by the learners
6 The new information and concepts are presented in logical order	6 The DMAIC thinking process is a structured, systematic cycle
7 Workers are encouraged to ask questions and argue freely	7 The rigor of questioning in the DMAIC generates constructive conflicts that trigger the need to validate all conclusions developed
8 Workers are active and doing things with a conscious purpose	8 The demand for experimentation and correlation of ideas/results that squeeze the variations is imperative in the DMAIC cycle
9 Workers can practise as they learn, and there are repetition and revision	9 The new gains in learning and doing must be reproducible and repeatable. The change is also generalizable when transferred to other conditions of work and situations
10 Workers see success and progress	10 The gains achieved are documented, celebrated and reviewed. Measurement is used to track change brought about by the learning – to ensure it does close the "gap" with the VOC

(Fonte: Man, 2002)

## **Capítulo 3 - A Formação Profissional em Manutenção & Engenharia e a Regulamentação Aeronáutica**

### **3.1 Introdução**

O presente capítulo tem o objectivo de enquadrar e explicar como estão relacionadas a Manutenção & Engenharia, a Formação Profissional e a Regulamentação Aeronáutica.

Está ainda explicado como se relacionam organicamente a TAP M&E (entidade prestadora do serviço de manutenção) e a TAP MTO (entidade que ministra formação em manutenção ao abrigo dos Anexos III e IV do Regulamento Europeu).

### **3.2 O REGULAMENTO (CE) N.º 2042/2003 da COMISSÃO, de 20 de Novembro, de 2003 e a Formação Profissional em Manutenção & Engenharia**

Na aviação, o objectivo primordial é que as aeronaves voem em segurança, e para que voem em segurança existe a necessidade de regular e definir critérios, bem como requisitos que garantem que todas as entidades envolvidas cooperem para esse objectivo.

Neste sentido, o regulamento em questão estabelece requisitos técnicos e procedimentos administrativos comuns destinados a assegurar a manutenção da aeronavegabilidade das aeronaves, bem como de quaisquer componentes destinados à instalação nas mesmas.

Este documento é composto por sete artigos corpo principal e quatro anexos onde estão explicados os objectivos e âmbito, definições, passando pelos requisitos de aeronavegabilidade permanente em conformidade com o *Anexo I* do documento, pela certificação das entidades de manutenção de acordo com o *Anexo II* do documento, pelo pessoal responsável pela certificação que possuirá qualificações conformes com o *Anexo III* do documento e pelos requisitos a observar pelas entidades que ministram formação em matéria de manutenção descritos no *Anexo IV* do mesmo. Por último, são ainda referidos os detalhes da entrada em vigor do regulamento supra citado.

No *Anexo I* (ou *Part-M*) são estabelecidas as medidas que asseguram a continuidade da aeronavegabilidade, incluindo a manutenção. São também especificadas as condições a serem cumpridas pelas pessoas e entidades envolvidas na gestão da aeronavegabilidade permanente e estabelecidos os requisitos administrativos a cumprir pelas autoridades competentes responsáveis pela aplicação e execução do acima disposto.

O *Anexo II* (ou *Part-145*) está dividido em duas secções, a *A* e a *B*. A secção *A* estabelece os requisitos que uma entidade deverá satisfazer de modo a poder emitir ou revalidar homologações para a manutenção de aeronaves e de componentes de aeronaves. Estabelece igualmente as exigências ao nível das instalações, pessoal e recursos humanos, pessoal de certificação e pessoal de apoio das categorias B1 (Electromecânicos) e B2 (Aviônicos), equipamentos, ferramentas e material. Em síntese, pode dizer-se que a secção *A* compreende todos os requisitos que uma entidade que presta o serviço de manutenção e engenharia tem de satisfazer. A secção *B* estabelece os procedimentos relativos às autoridades competentes, à semelhança do que acontece no *Anexo I* (ou *Part-M*).

Nos *Anexos III* e *IV* (ou *Part-66* e *Part-147*, respectivamente) são estabelecidos os requisitos para a emissão de uma licença de manutenção aeronáutica - no caso do primeiro - e os requisitos a satisfazer pelas entidades que prestam o serviço de formação e realizam exames em matéria de manutenção nos termos da *Part-66* - no caso do segundo.

### **3.3 Estrutura orgânica da Formação Profissional na TAP Manutenção & Engenharia**

Na *secção A* do *Anexo II* (ou *Part-145*) no capítulo **145.A.30** *alínea e*), com o título “Exigências ao Nível de Pessoal”, é explicado que “*A entidade deverá definir e controlar o nível de competências do pessoal envolvido em todas as actividades de manutenção, gestão e/ou auditorias de qualidade, em conformidade com um procedimento e um nível estabelecidos pela autoridade competente. Além dos conhecimentos especializados necessários ao desempenho de cada função, as competências deverão incluir o conhecimento relativo aos factores humanos e ao desempenho humano correspondente à função de cada pessoa na entidade. Entende-se por "factores humanos", os princípios relacionados com o projecto, a certificação, a formação, a operação e a manutenção aeronáuticos, destinados a assegurar uma interface segura entre a componente humana e outras componentes de sistema, mediante uma devida consideração do desempenho humano. Entende-se por "desempenho humano", as capacidades e limitações humanas que têm um impacto na segurança e eficácia das operações aeronáuticas*”.

Para que isto seja possível existe um departamento de formação profissional agregado à TAP M&E cujo objectivo é garantir que todos os trabalhadores detêm as competências necessárias para poderem executar as tarefas de manutenção necessárias à actividade de manutenção das aeronaves.

Este departamento está organizado segundo o seguinte organigrama da figura 3.1.

A Formação Profissional da TAP M&E tem como principal função manter, providenciar e garantir que os colaboradores técnicos e não técnicos obtêm os níveis de conhecimento adequados à função que desempenham, procedendo em conformidade com o Manual de Procedimentos de Formação (ou MPS-FOR) aprovado pela autoridade competente. Tem relações funcionais com o Sistema da Qualidade da TAP M&E (ou ME/QL) e com a Formação Profissional da TAP Serviços (ou TPS/RH/FP). Esta última presta o serviço de Control e Follow-up, de gestão de registos e fornecimento de instalações, quando necessárias, e toda a formação transversal (ou não específica) tal como informática, língua inglesa, etc.

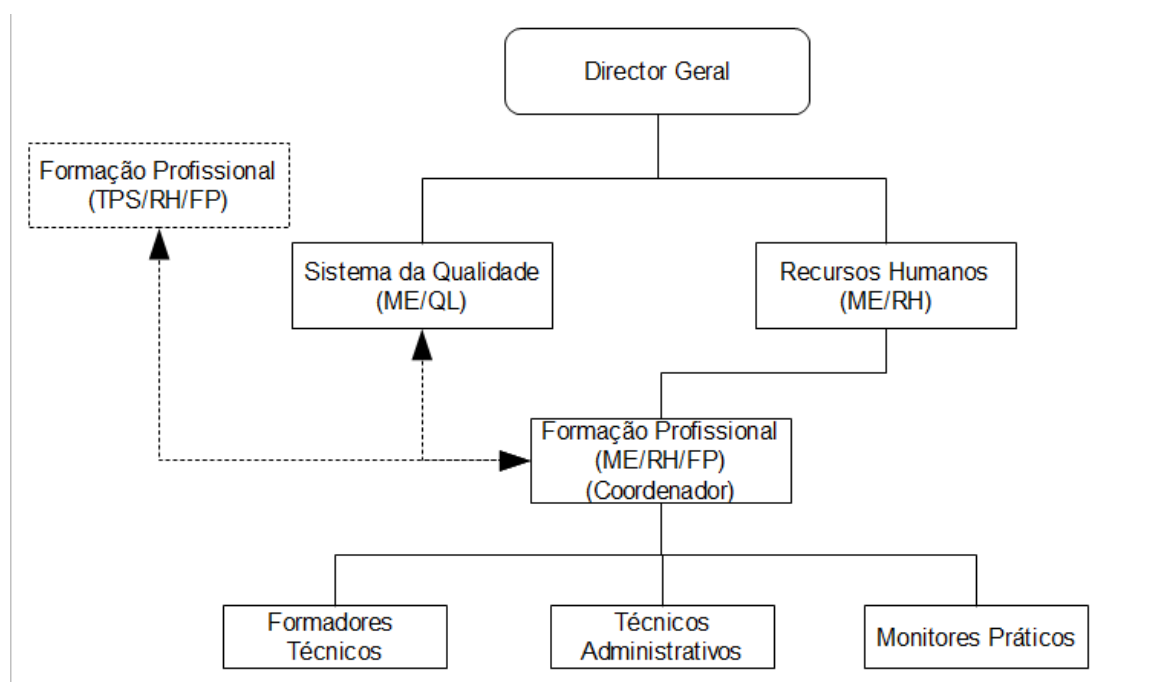


Figura 3.1 Organograma do departamento de Formação Profissional da TAP M&E

O Gabinete de Formação Profissional da TAP M&E encontra-se organicamente na dependência do Director de Recursos Humanos e é composto por um coordenador e dois técnicos administrativos. Os formadores técnicos são oriundos das áreas de staff de engenharia e /ou da Produção da TAP M&E e desempenham a sua actividade de Formador/Monitor a tempo parcial.

Ao abrigo da *Part-145* é possível prestar o serviço de formação em conformidade com o *Regulamento*. A figura 3.2 mostra o âmbito previsto no manual de procedimentos da Formação Profissional.

Conforme a figura 3.2, os cursos no âmbito do *MPS-FOR* e ao abrigo da *Part-145* são os específicos e técnicos e os de formação contínua. Os primeiros são os iniciais e essenciais à função de cada colaborador consoante a sua área, com excepção dos de Factores Humanos e de QRA (Qualidade e Regulamentação Aeronáutica) que são obrigatórios para todos os colaboradores. Os segundos são de refrescamento e têm renovação bianual.

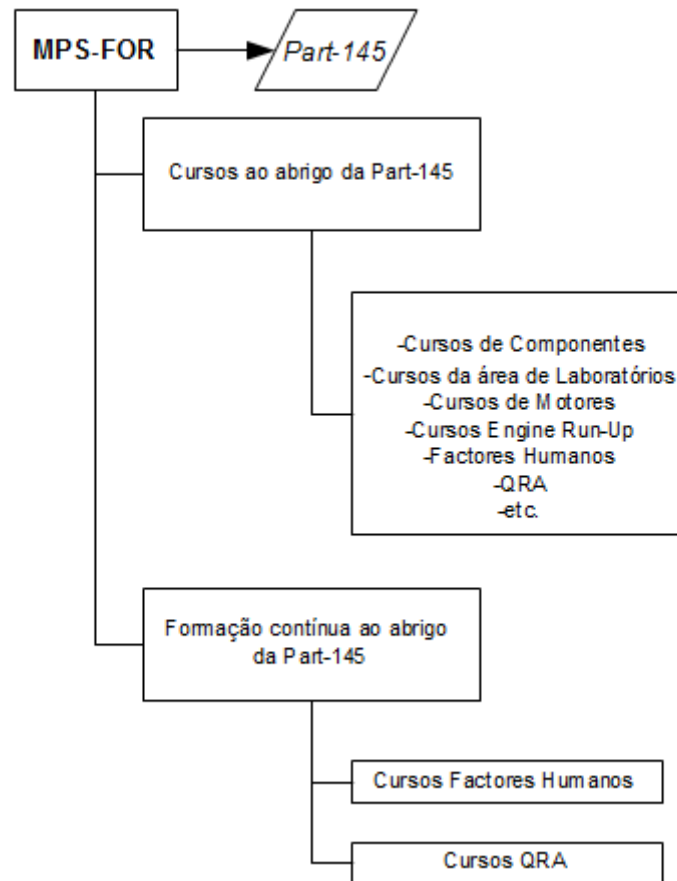


Figura 3.2 Âmbito da Formação Part-145

### 3.4 Estrutura orgânica da TAP MTO (Maintenance Training Organisation)

Para obter uma licença de manutenção aeronáutica é necessário que se cumpram os requisitos da Part-66 do regulamento já referido e que estabelece os requisitos para emissão de licença de manutenção aeronáutica, bem como as condições relativas à sua validade e utilização.

Os requerentes de uma licença de manutenção aeronáutica deverão demonstrar possuir, através de exame, um nível de conhecimentos satisfatório nas áreas especificadas no apêndice I e Apêndice III da presente parte.

Os exames serão realizados por uma entidade de formação devidamente certificada nos termos da Parte-147, ou por uma entidade certificada para realizar os OJT (on-the-job-training).

A TAP criou em Dezembro de 2005 uma Organização de Formação para Manutenção de acordo com a parte-147, com a designação de TAP MTO, com a finalidade de ministrar de forma formação autónoma e realizar os exames aos seus Técnicos de Manutenção de Aeronaves (TMA).

A TAP MTO, de acordo com seu manual (MTOE- Maintenance Training Organisation Exposition), está organizada conforme figura 3.3.

Como é visível na figura 3.3, existem dois ramos: um para a formação Básica e outro para a formação Tipo.

Tanto estrutural como fisicamente estão separados, embora os formadores sejam, na sua maioria, da Manutenção & Engenharia. Estes formadores são os referidos no ponto **3.3**.

No caso da formação Básica, os formadores são validados pelo Responsável do Sistema da Qualidade e pelo Coordenador Responsável pela Formação Básica, o mesmo acontecendo na formação Tipo com o seu respectivo Coordenador. O Responsável pelo Sistema de Qualidade é o mesmo que o referido no ponto **3.3**.

À semelhança do organograma descrito no MPS-FOR, é feito um acompanhamento de todo o processo técnico-pedagógico. De acordo com a legislação portuguesa, as entidades promotoras devem organizar, para cada curso, um processo técnico-pedagógico que contenha desde o programa detalhado da formação, cronograma, sumário das matérias leccionadas, até aos resultados finais obtidos como exposto no art.º 28 do Diário da República N.º 154, Série I-B de 1994-07-06. Este processo é realizado pelo Control & Follow-up.

No Control & Follow-up são feitas as medições e a avaliação da eficácia da formação (processo de Hamblin) segundo o Manual de Normas de Formação (MNF) que é o manual que contém as Normas que regulam actividades de Formação na TAP Portugal.

No início de cada Acção de Formação é consultado o tipo de avaliação pré-definido para escolher a metodologia a seguir (quais as métricas, etc.). Durante a Acção apenas existe intervenção para casos de excepção, como por exemplo a reclamação de um formador ou situações anómalas, que nestes casos são dirigidos ao Director da Formação Profissional.

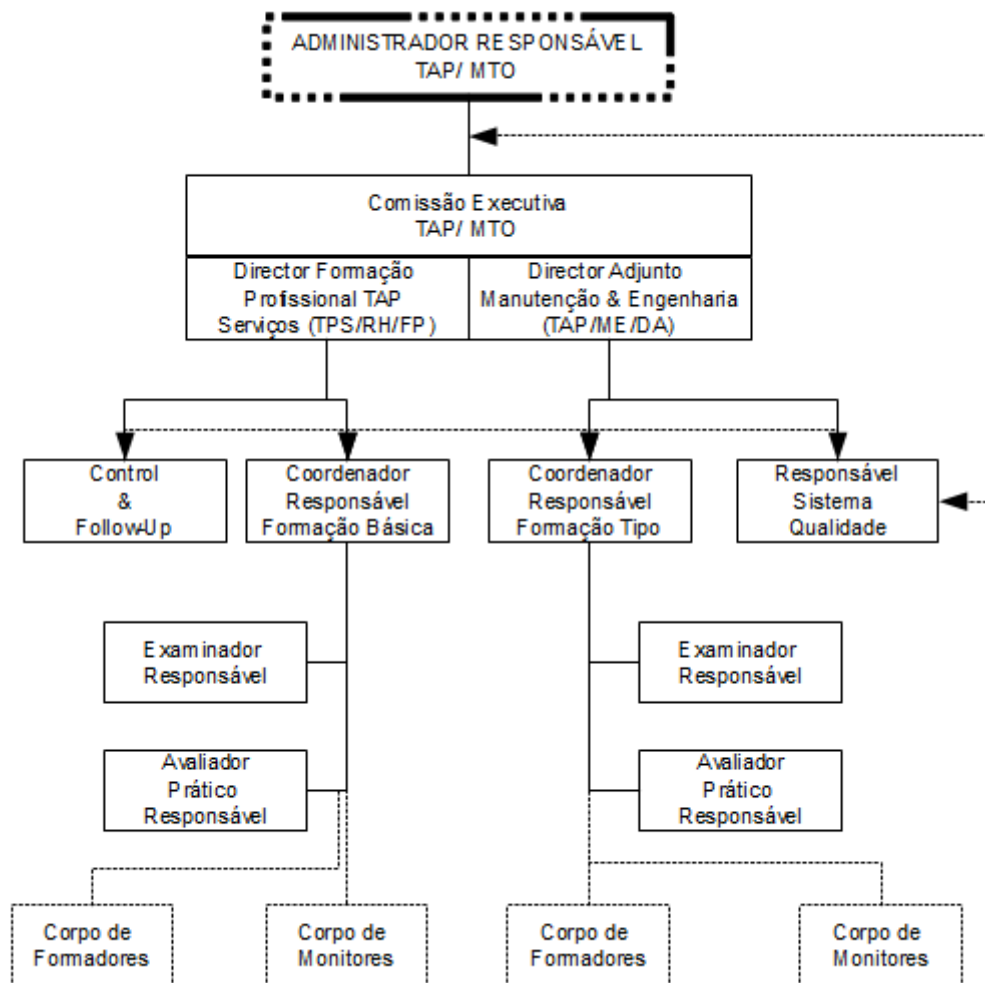


Figura 3.3 Organograma da TAP MTO de acordo com o MTOE

No final de cada Acção inicia-se o processo a que se dá o nome de 'Controlo de Qualidade'. Neste processo é recebida a pasta do Processo Técnico-Pedagógico para que se efectue toda a verificação da documentação.

Após a verificação, são feitas a Análise da Avaliação do Ensino ou 'Reacção' (feita pelos formandos) e a Análise da Avaliação da Aprendizagem (feita pelos formadores), ambas efectuadas individualmente em formulários próprios para o efeito e com os mesmos títulos das análises.

Segue-se a 'Análise da Eficácia da Formação', que consiste num formulário preenchido pelas chefias dos ex-formandos com o nome de 'Grelha de Observação de Desempenho', sendo este efectuado dois meses após a formação ou após o trabalho no avião - o que tiver acontecido mais tarde.

Concluído o relatório onde, além das anteriores, é feita também a comparação das Acções com os pontos acima referidos, bem como entre turmas duma mesma Acção, é o mesmo enviado para o Director da Formação Profissional.

Além destas matérias, é igualmente feita a avaliação de formadores, que consiste em três etapas: a auto-avaliação, a avaliação focada e a não-focada. A primeira, como o nome indica, é feita pelo próprio, através do preenchimento de uma grelha; a segunda, feita por um assistente em sala de aula que avalia o desempenho do formador; a terceira é feita pelos formandos. Com base nestas etapas, é elaborado um relatório que é enviado para os directores da formação e chefias dos formadores no seu posto de trabalho (chama-se a atenção para o facto de todos os formadores desempenharem funções em diferentes áreas da Manutenção & Engenharia).

O âmbito do MTOE contempla os cursos básicos das categorias e subcategorias A, B1, B2 e C. Em matéria de em tipos de avião/ operações, estão contemplados os cursos para as categorias e subcategorias A, B1, B2 e C, como descrito na figura 3.3.

A figura 3.4 torna perceptíveis, à semelhança do organograma da figura 3.3, dois grandes ramos, o da Formação Básica e o da Formação Tipo.

Feito o enquadramento entre manutenção, formação em manutenção e a legislação reguladora torna-se possível abordar o capítulo 4, onde estes assuntos serão mencionados e interligados com o estudo realizado.

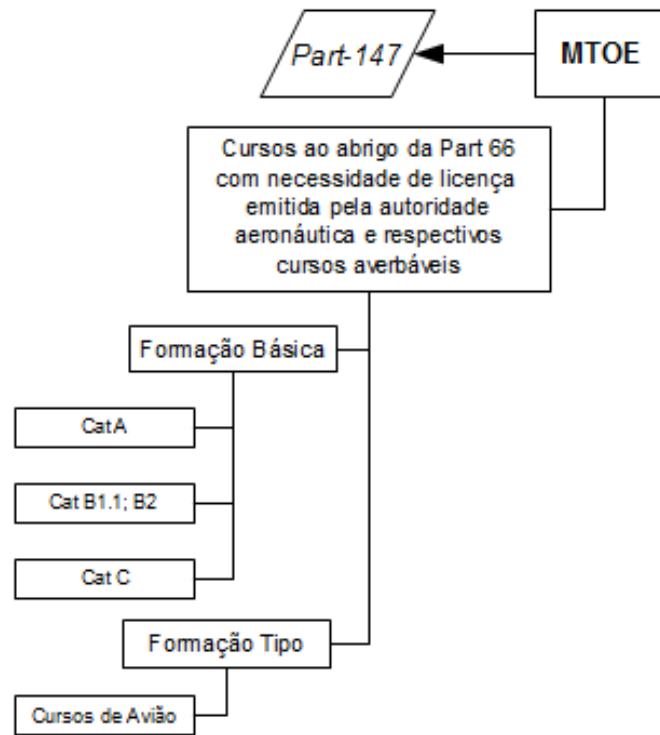


Figura 3.4 Âmbito da Formação Part-147

## **Capítulo 4 – Reconhecimento e Caracterização do Processo de Formação na TAP MTO (Maintenance Training Organisation)**

### **4.1 Definições do Processo e do Serviço - RECON**

Importou, antes de mais, reconhecer e caracterizar o processo de formação profissional da TAP MTO. Isto foi feito na fase Recon, assim nomeada por analogia ao termo militar que designa o processo de reconhecimento do campo de batalha.

#### **4.2.1 Elementos intervenientes no processo e diagrama SIPOC**

Este ponto contempla o conhecimento dos principais procedimentos e a identificação de todas as entradas e saídas (incluindo fornecedores e clientes do processo no seu todo), isto é, a elaboração do diagrama SIPOC (Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers).

Numa primeira fase começaram por identificar-se todos os fornecedores e, posteriormente, todos os *inputs* do processo Formação. Após esse exercício foram identificados todos os *outputs* actuais e clientes do processo. Em suma, foi analisado o processo da entrada à saída - diagrama *SIPOC*. Foram aqui identificados todos os intervenientes no processo, como indica o diagrama da figura 4.1 (por motivos de espaço a coluna referente ao processo encontra-se vazia, devendo considerar-se o processo da figura 4.2).

Com base nos outputs é possível identificar as particularidades/características do processo que, ao relacionar-se com os requisitos do cliente (definidos mais adiante), e fazendo recurso à utilização de uma matriz de correlação, influenciam a satisfação do cliente em cada item (matéria abordada noutra ponto deste estudo - fase *Define*).

Suppliers	Input	Process	Output	Customers
ME/ RH/ FP	- Necessidades das áreas envolvidas	<b>Processo Formação</b>	- Plano Anual de Formação	- Formandos ME/MA
TPS/ RH/ FP				- ME/MA
ME/MA/ EQ	- Plano Anual da Produção		- Plano das acções de formação	- ME/QL
ME/ MA/ PC				
ME/ MA/ MB	- Nº de formandos que vão fazer formação		- Recursos Técnico-logísticos	
ME/ MA/ MO			- Conteúdo	
	- Nível dos formandos		- Conhecimento	
	- Nível dos formandos		- Documentação	
	- Necessidade Individual dos formandos		- Resultados	
	- Curso identificado para formação		- Informações Finais	
	- Disponibilidade dos formadores		- Certificados	
	- Formadores		- Currículae	
	- Código do Trabalho		- Indicadores	
	- Part 66/ 147			
	- Part 145			

Figura 4.1 Diagrama SIPOC

Identificados os intervenientes, passou-se à etapa seguinte: o conhecimento do processo Formação.

#### 4.2.2 Descrição do Processo Formação e Fluxograma

O processo Formação, tanto em acções de formação no âmbito do *MPS-FOR* (de acordo com a *Part-145*), como em acções no âmbito da *MTOE* (conforme com a *Part-147*), é o mesmo. Todo este processo segue o descrito no fluxograma da figura 4.2.

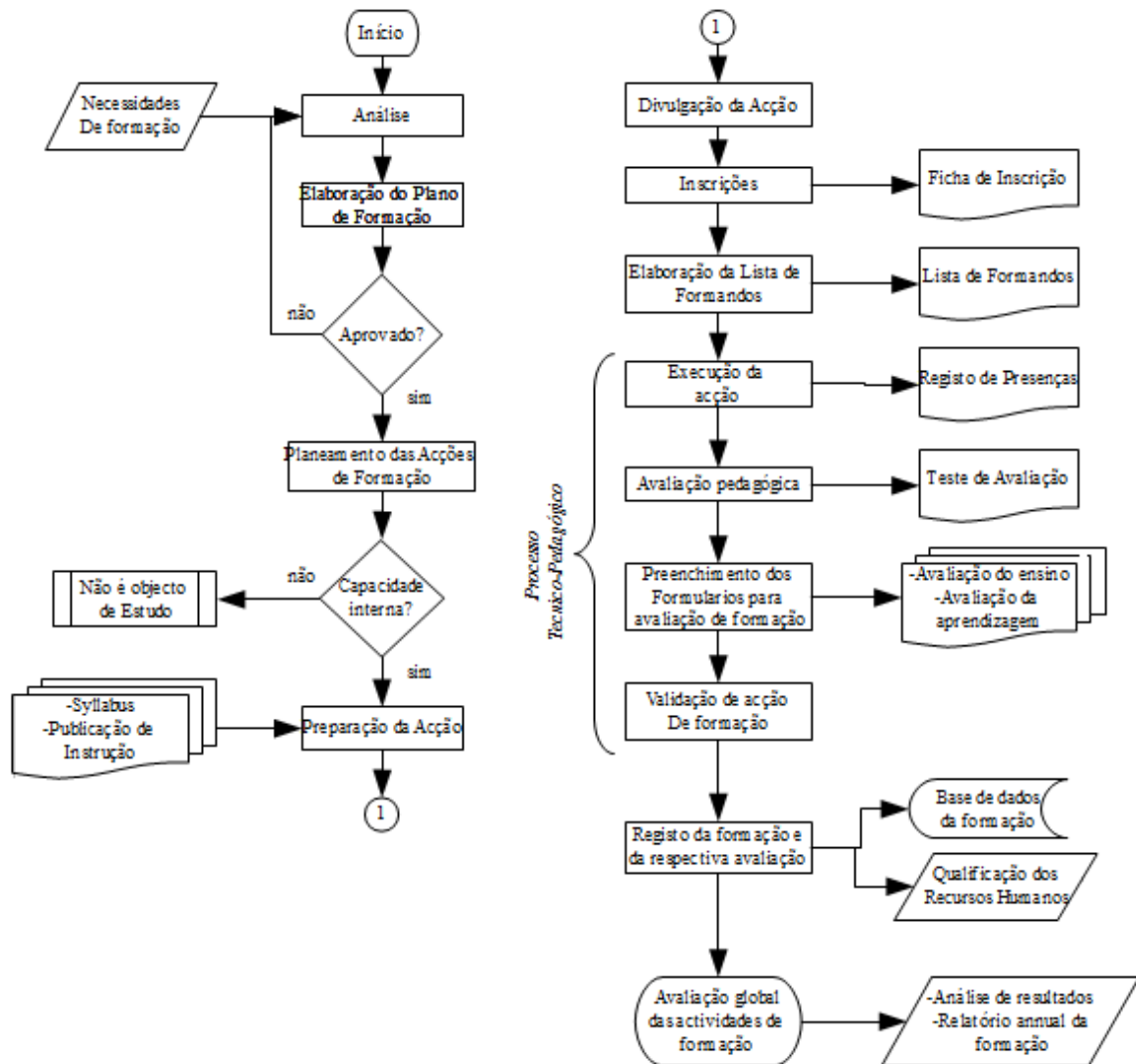


Figura 4.2 Fluxograma do processo Formação

O fluxograma da figura 4.2 é bastante completo e permite uma visão global de todo o processo Formação. Torna-se agora necessário compreender e descrever cada um dos subprocessos que o compõe.

O subprocesso *Análise* tem início com uma reunião entre a Manutenção de Aviação (MA) e o departamento de Formação Profissional (FP) onde são definidas as necessidades de

formação. As etapas seguintes consistem na coordenação entre MA e FP para a definição do melhor momento para a realização das acções de formação, para a decisão da criação de novas acções de formação caso se justifiquem (novas necessidades, novos pedidos de formação, tanto individuais como de uma categoria profissional inteira) e para se proceder à separação das necessidades individuais das de uma categoria profissional. Ainda neste contexto, são analisadas as necessidades de formação relativas a oportunidades de negócio do ponto de vista da manutenção. Todo este processo não pode ser efectuado sem que seja tido em conta o plano de produção anual previsto.

No subprocesso *Elaboração do Plano de Formação* são definidas as acções de formação obrigatórias ao abrigo da legislação portuguesa (código do trabalho), bem como da legislação aeronáutica (*Parts 147/66/145*). Ainda neste subprocesso é efectuado um planeamento prévio das acções, feito em coordenação com a MA e onde se consideram o melhor momento para a Acção do ponto de vista dos formandos, dos formadores, dos picos de produção e períodos de férias. É então elaborado o Plano de Formação, que contempla os objectivos da formação, a população alvo para cada curso, o cronograma das acções de formação e o n.º de vagas para cada acção. O Plano de Formação é elaborado no final de cada ano para o ano subsequente. Este plano é posteriormente divulgado via *intranet*, onde é disponibilizado a todas as áreas para consulta.

O subprocesso seguinte é o *Planeamento das Acções de Formação* e nele é criado o diário da formação (ou planeamento da formação). Consiste na calendarização das matérias abordadas em cada acção, conjugando a disponibilidade de cada formador com a sequência entre as matérias.

Após a tarefa anterior é assegurada:

- ✓ A requisição dos Formadores às áreas da Manutenção & Engenharia (ME) de que são colaboradores (os formadores não colaboram a tempo inteiro na Formação)
- ✓ A definição da sala e sua disponibilidade para a data em questão
- ✓ A avaliação, disponibilidade e adequação dos recursos:
  - Humanos
  - Pedagógicos
  - Logísticos
  - Materiais de estudo
  - Computadores
  - Materiais de apoio

O subprocesso seguinte é a *Preparação da Acção*. Este é o que garantirá que todos os pontos estabelecidos no subprocesso anterior (ver figura 4.2) são cumpridos, consistindo no envio do planeamento para os formadores para a preparação das aulas, na reserva da sala de aula e na reunião de todo o material didáctico e de apoio, contemplando ainda os ajustes de agenda com os formadores.

Concluídos estes subprocessos de pré-acção, é feita a *Divulgação da Acção* com o envio das listas de vagas e requisitos mínimos dos formandos para a MA, de modo a que sejam preenchidos os nomes dos formandos que farão parte da referida acção. Para as restantes áreas da ME, a divulgação é feita por correio electrónico.

Na sequência da *Divulgação da Acção* seguem-se os subprocessos *Inscrições e Elaboração das Listas de Formandos*, com todas as indicações inerentes à Acção, incluindo salas e horários.

No que à *Execução da Acção, Avaliação Pedagógica, Preenchimento dos Formulários para Avaliação da Acção de Formação, Validação da Acção e Registo da Formação e da Respectiva Avaliação* diz respeito, são elementos pertencentes ao *Processo Técnico-pedagógico* já referido no Capítulo 3. Estes itens são serviços prestados à TAP MTO pela TAP Serviços, pelo que não serão objecto de estudo.

Finalmente, o tratamento de dados, as auditorias internas a exames e pedagógicas, a avaliação administrativa e o Sistema da Qualidade compõem as tarefas realizadas no subprocesso *Avaliação Global das Actividades de Formação*.

Finalizada a descrição do Processo Formação, foi então mais fácil identificar as entradas e saídas nos seus subprocessos.

#### **4.2.3 Identificação de Entradas e Saídas nos Subprocessos do Processo Formação - IPO**

Quando um processo é estudado, torna-se necessária a identificação dos *inputs* que dão origem aos *outputs*. Neste sentido, o diagrama IPO (Input-Process-Output) é útil para definir um processo enquanto conjunto de actividades que transformam *inputs* em *outputs*. Ao isolarmos cada subprocesso que compõe o processo principal - Formação - é possível definir vários processos onde os precedentes são fornecedores e os subsequentes clientes, permitindo analisar pequenos processos em vez de um único processo maior, com isso simplificando e obtendo resultados para o todo numa forma mais célere.

O diagrama da figura 4.3 mostra três subprocessos encadeados conforme indicado no fluxograma da figura 4.2 e permite visualizar as entradas (*Inputs*) e saídas (*Outputs*) de cada um deles. Os subprocessos considerados (*Análise, Elaboração do Plano de Formação e Planeamento das Acções de Formação*) são os que antecedem as acções de formação. Na figura 4.3 foram colocados conforme a sequência apresentada no fluxograma do processo Formação (figura 4.2).

Observando a figura 4.3 (diagrama IPO), pode ser detectada uma cadeia cliente-fornecedor, isto é, as entradas de um são saídas do precedente adicionado de outros factores. Deste modo, podemos trabalhar um processo mais pequeno e menos complexo.

A título de exemplo, considerou-se uma questão que se colocou durante o estudo e que se prende com a necessidade da existência de inúmeras revisões ao planeamento das acções de formação dos cursos de Type Training (cursos atrás mencionados como de Tipo/Operações e de que é exemplo o curso com o código **3º A30MA333** que, até à sua conclusão sofreu 12 revisões no seu planeamento!). A necessidade de inúmeras revisões ao planeamento conduziu a que se questionasse o funcionamento do subprocesso onde esta actividade se insere. Tornou-se então necessário, para a análise desta questão, entender como o subprocesso *Planeamento das Acções de Formação* se integra no processo Formação, quais as suas entradas, como são processadas para gerarem *outputs* e quais são estes *outputs*. Esta informação foi obtida recorrendo ao IPO (ver figura 4.3).

Input	Process	Output
- Necessidades das áreas envolvidas - Plano Anual da Produção - Nível dos formandos - Nº de formandos que vão fazer formação - Código do Trabalho - Part 145 + Part 147 + Part 66 - Pré-Plano de Formação aprovado	<b>Análise</b>	- Nº de cursos a realizar - Nº de formandos - Necessidade da criação de novos cursos e sua viabilidade - Conteúdo programático - População Alvo - Definição de formadores - Entidades envolvidas - Objectivos da Formação  - Pré- plano de formação para aprovação das áreas de ME - Pré- plano de formação a título Informativo para as áreas de formadores (Sugestão)
- Nº de cursos a realizar já Aprovados - Nº de formandos - Necessidade da criação de novos cursos e sua viabilidade - Conteúdo programático - População Alvo - Definição de formadores - Entidades envolvidas (internas ou externas) - Pré-plano de formação aprovado pelas áreas	<b>Elaboração do Plano de Formação</b>	- Cronograma de todas as acções de formação - Duração de cada acção - Nº de participantes por cada acção - Pré-requisitos para cada acção
- Cronograma de todas as acções de formação - Duração de cada acção - Nº de participantes por cada acção - Pré-requisitos para cada acção  - Plano de férias dos formandos - Requisitos da Sequência das matérias - Competência do formador - Disponibilidade do formador - Disponibilidade dos vigilantes - Disponibilidade dos Examinadores	<b>Planeamento das Acções de Formação</b>	- Sequência das matérias ao longo da acção - Necessidades das acções incluindo salas/manuais/etc - Nomes dos formadores - Vagas - Inscrições - Datas dos exames a realizar - Nomes dos vigilantes - Nomes dos examinadores - Duração de cada matéria - duração de cada exame - nº de questões por cada exame - Matérias a abordar em cada exame

Figura 4.3 Diagrama IPO dos subprocessos Análise, Elaboração do Plano de Formação e Planeamento das Acções de Formação.

#### 4.2.4 Análise detalhada do subprocesso *Planeamento das Acções de Formação*

Ao descrever o processo deste subprocesso é detectável uma realimentação que facilita a existência de várias revisões, como ilustrado na figura 4.4.

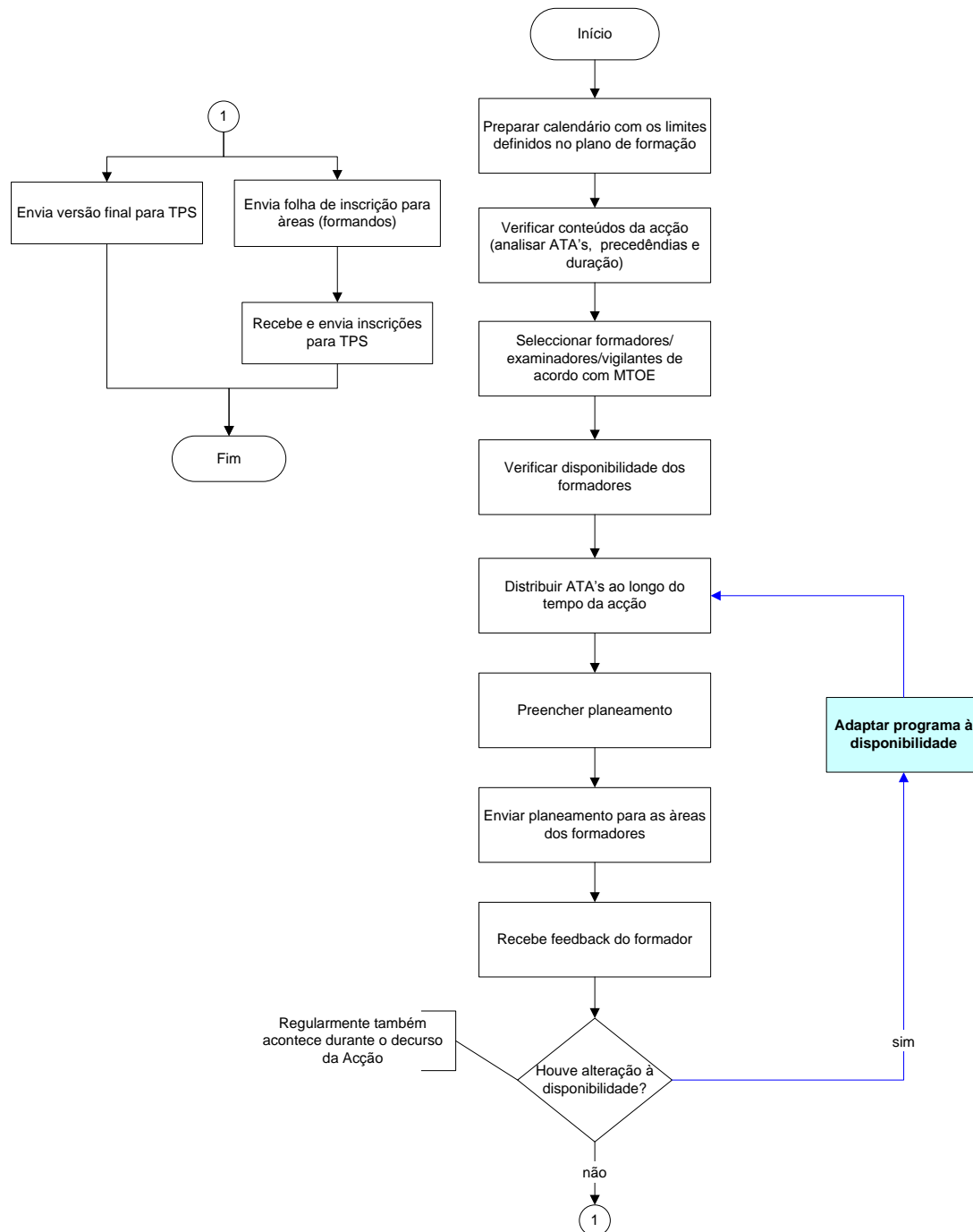


Figura 4.4 Fluxograma do Planeamento das Acções de Formação

A azul está a realimentação descrita anteriormente e que será abordada mais à frente nas fases *Analyse* e *Measure*. Ao analisar esta realimentação foram detectadas algumas causas/consequências, tal como a sobreposição de cursos, que exige um número superior de

formadores do que quando está apenas uma Acção a decorrer (provocando assim uma redução da capacidade de trabalho nas áreas a que pertencem e tornando necessário preencher as lacunas, dando origem a alterações frequentes ao planeamento das Acções). Esta conclusão é obtida com base no desenvolvimento da *Fault Tree* (Árvore de Falhas) (Veseley *et al.*, 1981) (ver figura 4.6).

Um dos Itens a medir é, então, a *Sobreposição de Acções de Formação*. A importância desta causa é reforçada aquando da análise de um dos requisitos do cliente que foi precisamente “Acções não sobrepostas para a mesma população alvo”. Seria interessante, num próximo estudo, verificar a seguinte situação: pela fase de diagnóstico e reconhecimento de um processo, ir ao encontro dos requisitos do cliente. Uma vez que não está inserida no âmbito deste projecto, apenas se verifica aqui a coincidência destes dois pontos.

A Árvore de Falhas permite identificar causas de falhas, que neste caso foram as causas das sucessivas revisões ao planeamento. Esta ferramenta permitiu apurar que uma das causas se deve ao facto de existirem acções sobrepostas para a mesma população alvo, formadores incluídos. A Árvore de Falhas que revelou a existência da causa *sobreposição de acções de formação* é a que se apresenta na figura 4.5. O ponto *Sobreposição de Acções de Formação* será também abordado no Capítulo 5, pois coincide com um requisito do cliente.

Elaborando uma outra árvore de falhas com origem no ponto “*não tem ninguém que o substitua*” identifica-se ainda outra causa: O “*gabinete não se preparou para a ausência do formador*”, como está descrito na árvore da figura 4.6.

Em relação ao ponto “*O gabinete não preparou a acção de formação*” (figura 4.6) foi verificado o seguinte:

A organização do trabalho nas respectivas áreas em que os formadores estão integrados conta com backup's de técnicos/engenheiros entre 10 a 15% para acudir a sobrecargas de trabalho em geral. Isto não inclui ausências para formação uma vez que, nessa matéria, os formadores são autónomos na gestão do tempo. Atendendo a que uma ausência para formação não é considerada sobrecarga de trabalho, dá-se origem a que se sobreponham as duas tarefas, ficando a acção de formação sem prioridade e implicando alterações ao planeamento da acção de formação.

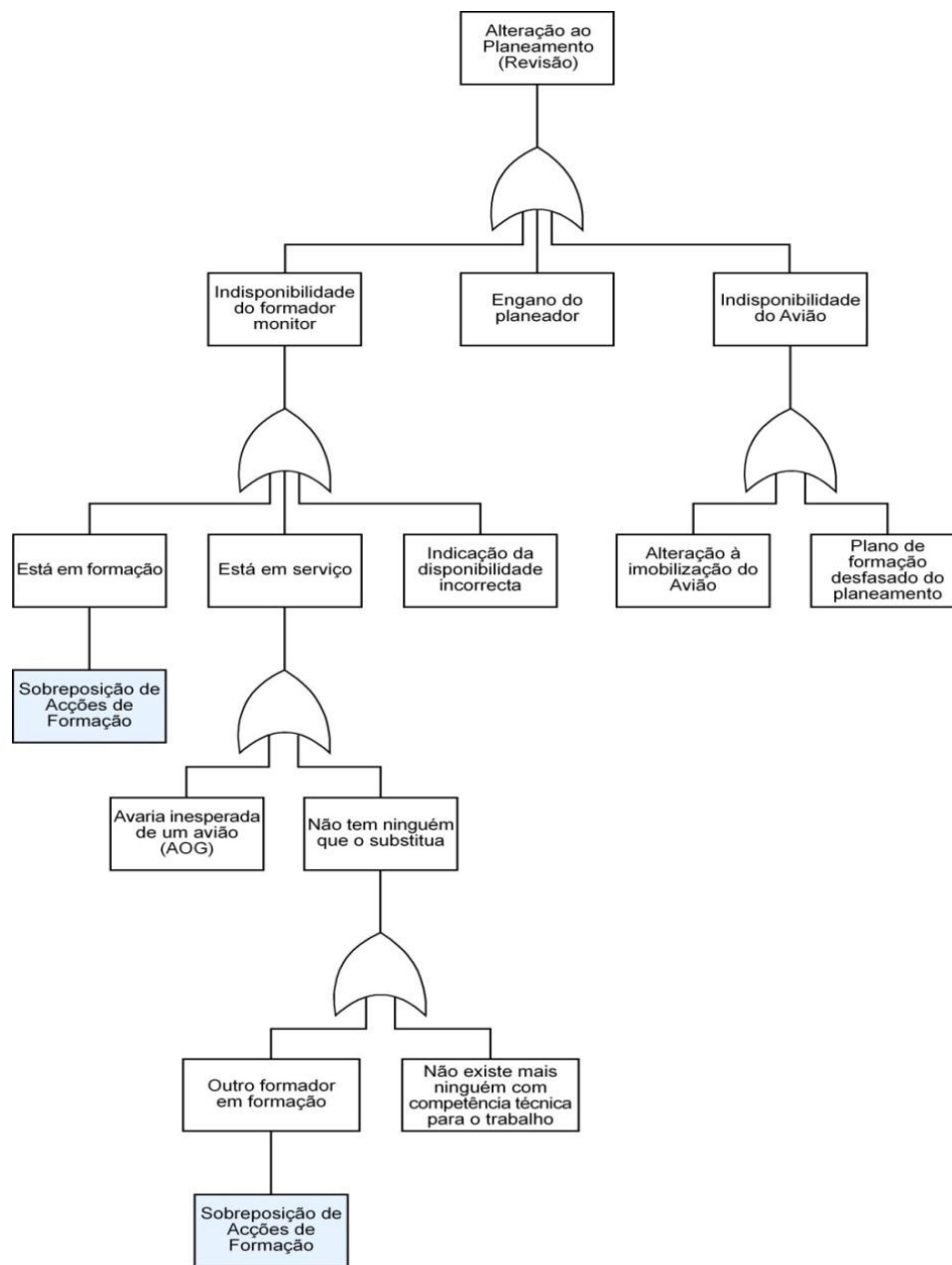
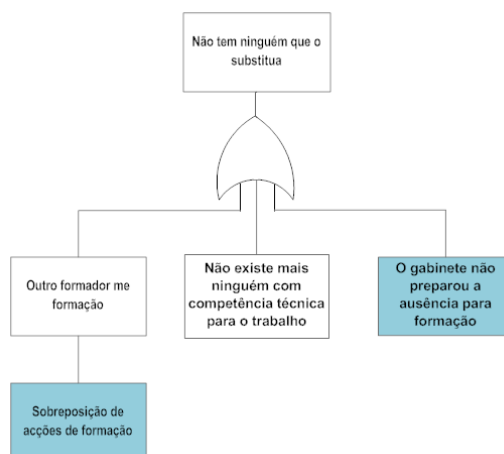


Figura 4.5 Árvore de Falhas referente à alteração ao Planeamento da Acção



**Figura 4.6** Árvore de Falhas referente à substituição do formador no seu local de trabalho

Foi então elaborada uma tabela para o cálculo do tempo consumido com as alterações ao planeamento (ver anexo I), onde foram sendo anotadas todas as intervenções do técnico administrativo responsável. O resultado foi desanimador, tendo sido consumidas, em quatro dias de trabalho, 15 horas e 54 minutos, o que equivale a 2,12 dias de trabalho para um curso cujo planeamento chegou às cinco revisões. Não tendo sido extrapolado para outras acções, a dimensão destes valores é considerável, ainda mais quando o técnico não tem como tarefa exclusiva a elaboração de planeamentos das acções de formação.

A fase RECON teve extrema importância neste projecto porque, sem ela, não teria sido possível detectar estas (e outras) situações aparentemente problemáticas, uma vez que o autor desconhecia completamente o processo Formação da TAP MTO.

#### **4.2.5 Considerações finais à fase RECON**

A fase RECON oferece um reconhecimento geral de todo o processo, permitindo a sua posterior abordagem de um modo mais completo.

Esta fase poderá permitir a definição de prioridades e a correcção/melhoramento do processo, com implicação directa na satisfação do cliente, mesmo em situações onde não seja possível a elaboração de questionários de satisfação de cliente. É uma fase valiosa para, por exemplo, algumas PME (Pequenas e Médias Empresas) que não possuem o *Know-How* nem as verbas para pagar estudos de mercado.

Para este projecto, a fase RECON foi fundamental, porque veio fornecer informações extremamente úteis que viriam a servir de base às fases DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control).

## **Capítulo 5 - Desenvolvimento dos passos do DMAIC (Define-Measure-Analise-Improve-Control)**

### **5.1 Introdução**

Neste capítulo serão apresentados, ponto a ponto, os resultados obtidos no estudo realizado à aplicabilidade da metodologia *Six Sigma em Serviços* na TAP MTO. Estes resultados servirão de fundamento às conclusões finais.

### **5.2 DEFINE**

#### **5.2.1 Objectivo**

O principal objectivo definido pelo responsável da entidade prestadora de Formação em Manutenção é que “em cada momento o colaborador adquira a formação necessária para o trabalho que desempenha”.

Por causa deste objectivo foi necessário identificar e gerir as necessidades de formação dos colaboradores referentes à M&E, entender até que ponto o conhecimento adquirido é utilizado, e em que medida a ausência no posto de trabalho aquando da formação é penalizadora ou mais-valia.

Tornou-se imperativo conhecer todos os *inputs* e *outputs* do processo.

#### **5.2.2 Mapeamento do Processo**

Alguns dos intervenientes não foram objecto de estudo. É o caso do Departamento da Qualidade da Manutenção (ME/QL), nomeadamente no que respeita a “*Customers*” e respectivos “*Outputs*”, por estarem fora do objectivo inicial dado pelo responsável da Organização para este projecto.

Foi analisado o processo Formação desde a entrada até à saída (metodologia SIPOC - Supplier, Input, Process, Output, Customer), como referido anteriormente na fase RECON.

Com base nos *outputs* do SIPOC conseguiram identificar-se as particularidades/características do processo para, através de uma matriz de correlação, se

relacionarem com os requisitos do cliente, permitindo perceber qual ou quais influenciam a satisfação do cliente em cada item.

Foi, para isso, necessário conhecer as necessidades e expectativas dos clientes que serviram de referência ao mesmo. Isto foi feito com recurso ao VOC (Voice Of the Customer).

### **5.2.3 VOC (Voice Of the Customer)**

George (2003) afirma que a qualidade e o valor só podem ser definidos pelo cliente. De modo a providenciar um serviço de qualidade é preciso aprender a ver através dos olhos do cliente, aprendendo a julgar aquilo que fazemos do mesmo modo como ele o julga.

Ao concluir-se que o principal objectivo do *Six Sigma* tem como foco ir ao encontro dos requisitos do cliente (Kumar *et al.*, 2007), torna-se legítimo que a fase *Define* comece pela auscultação do cliente, sendo pretendido com este ponto ouvi-lo e entendê-lo por forma a estabelecer os requisitos que realmente são importantes para si.

Existem dois métodos de recolher informação de um cliente: o primeiro é ir ao encontro do cliente (forma proactiva); o outro é permitir ou esperar que ele venha até nós (método reactivo) (George, 2003). O método proactivo pode incluir a realização de questionários e entrevistas, de onde resultará a identificação dos Incidentes Críticos.

John Man (2002) define o que é Crítico como sendo as expectativas reveladas pelo *VOC*.

De acordo com Hettlage e Steinlin (2006) Incidentes Críticos (IC) são pequenas narrativas descritivas de situações onde existe um problema de adaptação sistémico organizacional ou onde existe um problema crescente das diferenças entre as partes. A Técnica do Incidente Crítico (TIC), sendo uma técnica qualitativa, é muito útil para recolher dados para planeamento, avaliação e investigação e que podem ser obtidos através de entrevista, de formulário ou questionário.

Em conformidade com o referido atrás utilizou-se o princípio da TIC, recolhendo incidentes com opinião do entrevistado por forma a entender o que, para ele, é considerado um bom serviço, tendo-se procedido à adaptação da TIC a este estudo específico. Estes incidentes foram colhidos e agrupados (ver anexo II) de modo a definir os requisitos, auscultando, deste modo, a voz do cliente.

O objectivo do VOC é entender e ouvir o cliente de modo a estabelecer os requisitos que realmente são importantes para ele. Esta auscultação teve, neste projecto, como base o Método do Incidente Crítico. As entrevistas foram realizadas não só no sentido de obter informação de situações que aconteceram (Incidentes) e com isso entender a sua percepção do serviço prestado, mas também para identificar as verdadeiras necessidades do cliente e com isso determinar os seus requisitos.

Após entrevista com a Manutenção de Aviões (ME/MA), foram entrevistados representantes das áreas Grande Manutenção (GM), Pequena Manutenção (PM) e Manutenção de Linha (ML), desde o Responsável máximo até aos TMA's (que são os formandos), passando pelos chefes de produção.

Com os clientes, durante a entrevista orientada para transmitirem os incidentes e necessidades em relação à formação, obtivemos os seguintes tópicos:

1. Formação em alturas de menor carga trabalho;
2. Acções não sobrepostas para a mesma população alvo;
3. Acções no mínimo de tempo possível (150 horas para B1.1);
4. ML/PM/GM com formação em cockpit;
5. Acções em tempos mortos;
6. Mais cursos para remoção de limitações;
7. Máx. de 4 colaboradores de ML em formação;
8. OJT Imediatamente posterior à teoria;
9. Formação recorrente e Infotec's em e-learning;
10. OJT Diferenciado por áreas (ML e PM+GM);
11. QRA + Factores Humanos no mesmo mês;
12. Melhor relação custo/benefício;
13. Simulador de sistemas do avião (apoio multimédia);
14. Cadeiras e mesas ergonómicas e confortáveis;
15. Manuais diferenciados para B1 e B2;
16. Manuais objectivos;
17. Formador teórico com noção da realidade.

Devido ao modo como está organizada a TAP M&E, verifica-se que alguns dos requisitos não dependem da Formação Profissional (FP). É o caso dos tópicos #6, #7. Como está referido no tópico 'Descrição do Processo Formação', quem envia os colaboradores para formação são as chefias das próprias áreas. Ora, verificaram-se casos em que cursos foram cancelados por falta de 'quórum' (ex: AL1MA343 a começar no dia 21-06-2010).

O tópico #5 estará dependente da satisfação do tópico #9, pois a solução já encontrada é que alguns tipos de formação utilizem a plataforma e-learning possibilitando a ocupação de tempos com menos actividade sem a necessidade de deslocação da área de trabalho.

Durante as entrevistas foram referidos outros tópicos, como aulas curtas para determinadas matérias e longas para outras e algumas perguntas de exame que, do ponto de vista do formando, são pouco adequadas para um TMA. Apesar de pertinentes, não foram incluídas nos tópicos acima devido à pouca especificidade.

Como foi dito atrás, alguns requisitos não estão dependentes funcionalmente da FP da TAP MTO. Por este motivo, serão retirados do nosso estudo. São eles:

5. Acções em tempos mortos;
7. Máx. de 4 colaboradores de ML em formação;
9. Formação recorrente e Infotec's em e-learning;
11. QRA + Factores Humanos no mesmo mês;

Tendo sido registados e agrupados com o respectivo número de requisito resultante, mostram-se no Anexo II os incidentes/expressões que foram referidos por vários colaboradores e que deram origem aos requisitos elegíveis para este projecto (Part-147).

Todas estas expressões, depois de devidamente agrupadas, deram origem a requisitos de cliente pela mesma ordem. Mostra-se agora a versão final de requisitos para a elaboração da matriz de correlações:

1. Formação em alturas de menor carga de trabalho;
2. Acções não sobrepostas para a mesma população alvo;
3. Acções no mínimo de tempo possível (150 horas para B1.1);
4. ML/PM/GM com formação em cockpit;
5. Mais cursos para remoção de limitações;
6. OJT Imediatamente posterior à teoria;
7. OJT Diferenciado por áreas (ML e PM+GM);
8. Melhor relação custo/benefício;
9. Simulador de sistemas do avião (apoio multimédia);
10. Cadeiras e mesas ergonómicas e confortáveis;
11. Manuais objectivos;

12. Formador teórico ligado com a realidade.

Após terem sido agrupados todos os Incidentes, foi elaborada uma tabela de frequências no sentido de se detectarem as necessidades referidas mais vezes. As necessidades referidas mais vezes serão as mais importantes e as primeiras a serem consideradas e melhoradas, de modo a que a satisfação do cliente melhore de uma forma mais rápida (como mostra a tabela 5.1).

É importante referir que deve também ser tido em conta que as respostas dos formandos foram em maior quantidade atendendo a que o seu número é substancialmente superior ao das chefias. Os incidentes a vermelho foram referidos por chefias superiores da organização cliente da formação e foram, por esse facto, considerados com uma ponderação máxima.

Com base neste raciocínio, tentar-se-á abranger e medir o máximo de requisitos para avaliar o nível de serviço.

A tabela 5.1 mostra a estatística dos Incidentes transcritos que deram origem aos requisitos e sua ordem de importância.

**Tabela 5.1 Tabela de frequências de requisitos**

Requisitos	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada
5	8	19	19
12	8	19	38.1
7	5	11.9	50
3	4	9.5	59.5
6	4	9.5	69
2	3	7.1	76.2
4	2	4.8	81
8	2	4.8	85.7
9	2	4.8	90.5
11	2	4.8	95.2
1	1	2.4	97.6
10	1	2.4	100
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100</b>	

A tabela 5.1 pode ser representada pelo gráfico da figura 5.1.

Por existirem requisitos considerados de extrema importância mas cujas frequências relativas de incidentes são baixas, requisitos estes referidos por responsáveis da organização cliente da formação, foi levantada a necessidade da criação de uma classificação que não a frequência relativa. Deste modo optou por agrupar-se (criação de famílias) e fazer-se corresponder uma ponderação aos requisitos definidos.

Com o objectivo de classificar os requisitos e definir a sua ponderação, incluindo a criação das respectivas famílias, testou-se a utilização do método e gráfico de Pareto. Este método, aliado à análise ABC, permite distinguir grandes diferenças entre importância de itens (George *et al.*, 2005; Basu, 2009) (neste caso, requisitos). Tem como objectivo classificar em três classes os requisitos, considerando os mais referidos mais importantes e os menos referidos menos importantes.

De acordo com George (2005) e Basu (2009), para que a análise ABC e o gráfico de Pareto sejam ferramentas mais úteis, é suposto que aproximadamente 20% dos itens analisados representem cerca de 80% do peso total. Como estes pressupostos não se verificam, não se avaliará a importância dos requisitos através deste método.

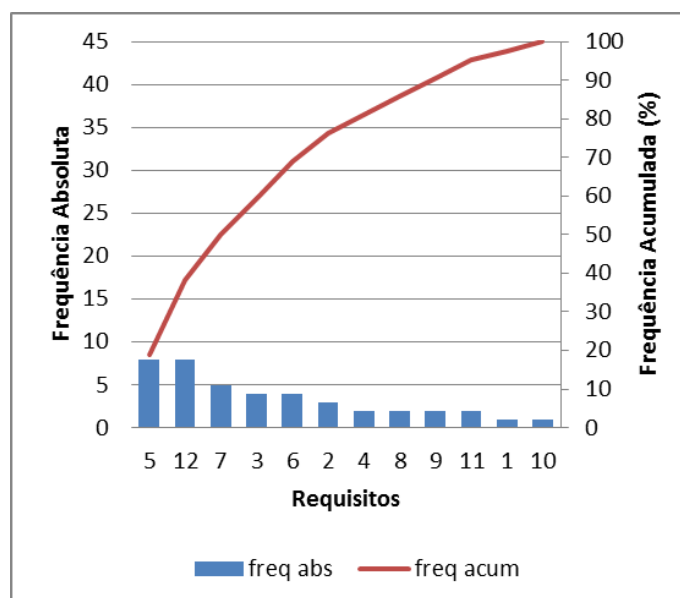


Figura 5.1 Gráfico de Pareto da frequência de requisitos

Existe uma outra forma de avaliar em três classes, a análise de Kano. Esta análise serve para ajudar a dar forma e estruturar a classificação do conjunto de dados recolhidos pelo VOC, sendo uma boa técnica para avaliar a importância relativa dos requisitos dos clientes (George *et al.*, 2005). No entanto, foi impossível recolher dados suficientes que permitissem definir os requisitos básicos (aqueles que, se insatisfeitos, impossibilitam a prestação do serviço), os lineares ou de desempenho (que fazem variar a satisfação do cliente de uma forma linear e proporcional), ou os de excitação (que fazem a satisfação do cliente variar de uma forma exponencial).

Observando ainda a tabela 5.1, verifica-se que os requisitos com mais incidentes por parte dos clientes são os requisitos #5 e #12. De referir também que, se apenas se corrigissem as componentes do processo que os afectam, abranger-se-ia cerca de 38% do total da frequência acumulada.

No entanto, foram consideradas três classes de ponderação, em função da frequência relativa, da forma que se segue: entre 19% e 13,5% classe 1 (pond.=5); entre 13,5% e 7,9% classe 2 (pond.=3); entre 7,9% e 2,4% classe 3 (pond.=1)(ver Tabela 5.2). Ficando as ponderações distribuídas de acordo com a coluna *Ponderação* da tabela 5.2, justifica-se o facto do requisito #8 ter ponderação igual a cinco por ter sido referido pelo representante do departamento da empresa que é cliente da formação. Este critério permite contornar a existência de uma frequência menor para as chefias, pois os formandos são em muito maior número.

**Tabela 5.2- Correspondência requisito-ponderação**

Requisitos	Ponderação
5	5
12	5
7	3
3	3
6	3
2	1
4	1
8	5
9	1
11	1
1	1
10	1

Conhecendo-se os requisitos dos clientes, torna-se necessário conhecer e caracterizar o serviço prestado, que sendo a necessidade principal dos clientes, é o *Output* do processo - o Curso de Type Training.

## 5.2.4 Caracterização do Serviço

### 5.2.4.1 CTQ (Critical to Quality)

“A necessidade de um cliente é o output de um processo” (Basu, 2009).

Basu (2009) explica que as necessidades e os requisitos, que são características para determinar se o cliente está satisfeito com o output de um processo, constituem o CTQ. Uma forma de identificar esses CTQs, de um modo sistemático, é através de uma árvore CTQ.

Os passos básicos para a realização de uma árvore CTQ começam na identificação do cliente (MA) seguindo-se, no primeiro nível, a sua necessidade geral (Curso de Type Training), no segundo nível o primeiro conjunto de requisitos para essa necessidade e assim sucessivamente, até ao requisito mais elementar.

A figura 5.2 ilustra a necessidade do cliente (ou serviço prestado, ou Output) como sendo o curso de Type Training a partir do qual vão sendo identificados os seus requisitos por níveis, construindo uma árvore. Esta abordagem permite simplificar o serviço até à sua parte mais pequena e simples, tornando-se com isso mais simples de corrigir e com implicação directa no desempenho final do serviço prestado ao cliente.

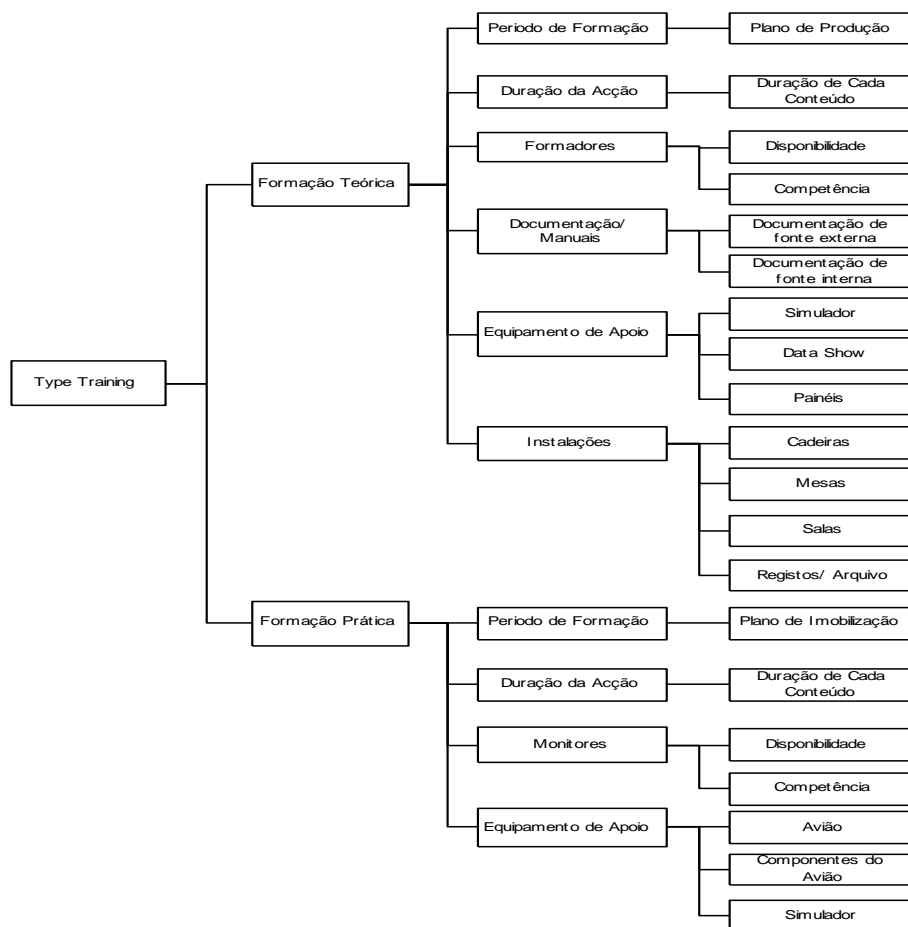


Figura 5.2 Árvore de CTQ's para o serviço de formação para uma acção de Type Training

Por forma a validar estes requisitos e determinar a sua importância para os clientes recorreu-se a ferramentas matriciais seguindo uma abordagem semelhante à que é utilizada no QFD (Quality Function Deployment).

#### **5.2.4.2 Determinação da Importância das Características do Serviço para o Cliente**

Quality Function Deployment (QFD) nasceu como uma metodologia específica para o desenvolvimento de novos produtos, que no entanto tem sido aplicada com grande sucesso na indústria de serviços (Akao, 1990; Franceschini, 1998).

No caso deste estudo, o QFD foi adaptado com o objectivo de nos indicar qual a importância que cada característica do serviço tem para os clientes.

O primeiro passo do QFD requer que se conheçam os requisitos do cliente, sendo o VOC a principal contribuição. É também necessário conhecer os intervenientes (actores) neste processo, que são:

- Os Formandos – que são os clientes intervenientes directos na acção de formação;
- O Investidor – a entidade que decide pagar a acção de formação ao seu trabalhador;
- A Entidade Formadora – a entidade que presta o serviço de formação;
- Os Formadores – os profissionais escolhidos para prestar o serviço de formação aos formandos de acordo com as especificações da acção de formação.

Considerando a matriz do QFD, foram abordados dois caminhos:

- Outputs do processo obtidos no *brainstorming* que serviu para a realização do SIPOC (figura 4.1);
- Tópicos com base na metodologia CTQ obtidos em *brainstorming* a partir do serviço final ao cliente da Formação Profissional (MA+Formandos) (figura 5.2).

Com base nestes dois métodos foram construídas as duas matrizes de correlação; a primeira com base no SIPOC (tabela 5.3) e a segunda com base no CTQ (tabela 5.4).

Estas matrizes relacionam os requisitos com o serviço, sendo a pontuação de 9 correspondente a uma relação forte, 3 a uma relação moderada, 1 a uma relação fraca e o espaço em branco a sem qualquer tipo de relação. A pontuação final obtida, tanto na barra horizontal de fundo vermelho, como na barra vertical de fundo verde, corresponde ao somatório do produto a pontuação atribuída pela ponderação de cada requisito. Quanto mais alta a pontuação, mais relacionadas estão as características do serviço com os requisitos dos clientes.

**Tabela 5.3 Matriz de Correlação de Requisitos vs Outputs do SIPOC**

nº de Requisito	Importância Relativa (%)	Ponderação	Outputs do Processo							
			Requisitos do cliente	Plano anual de Formação	Planeamento das Acções de Formação	Recursos técnico-logísticos	Conteúdo programático	Documentação	Conhecimento	
1	3.333	1	Formação em alturas de menos trabalho	9	9					
2	3.333	1	Acções não sobrepostas para a mesma população alvo	9	9	3	3			
3	10	3	Acções no mínimo de tempo possível (150 horas para B1.1)	3			9			3
4	3.333	1	ML/PM/GM com formação em cockpit	3	3	9			3	9
5	16.67	5	Cursos para retirar limitações	9	3	3				3
6	10	3	OJT Imediatamente posterior à teoria	1	9	9				3
7	10	3	OJT Diferenciado por áreas (ML e PM+GM)		3	9	1			3
8	16.67	5	Melhor relação custo/ benefício		9	9	9			9
9	3.333	1	Simulador de sistemas do avião (apoio multimédia)			9				3
10	3.333	1	Cadeiras e mesas ergonómicas e confortáveis			9				
11	3.333	1	Manuais objectivos						9	9
12	16.67	5	Formador teórico ligado à realidade							9
				Pontuação	260	390	480	260	40	510
				Importância	4	3	2	4	6	1

A matriz construída com base nos *outputs* do SIPOC (tabela 5.3), indica-nos que o output mais importante (com maior pontuação) é o *Conhecimento*, seguido dos *Recursos Técnico-logísticos* e do *Planeamento das Acções de Formação*. No entanto acaba por ser pouco explícito, pois não somos capazes, de forma directa, de detectar com clareza o que medir, analisar ou mesmo corrigir de modo a que a satisfação do cliente se altere.

A tabela 5.4 é muito mais específica do que a tabela 5.3, pois permite identificar com mais exactidão como o serviço se relaciona com os requisitos apurados durante o *VOC*. É o caso, por exemplo, do output *Recursos Técnico-logísticos*, que na matriz da tabela 5.3 (apesar de ter uma pontuação elevada) não permite detectar se são todos, só alguns, ou sequer quais os que se relacionam com os requisitos. Na matriz da tabela 5.4 já foi possível detectar o recurso que se relaciona com os requisitos: o Avião.

Na barra horizontal com fundo vermelho, é possível detectar qual ou quais características do serviço estão mais relacionadas com os requisitos do cliente. Deste modo, é possível verificar por ordem as características do serviço que apresentam maior nível de relação com os requisitos do cliente.

**Tabela 5.4 Matriz de Correlação de Requisitos Vs Características do Serviço**

nº de Requisito	Importância Relativa (%)	Ponderação	Características do serviço		Plano de Produção	Duração de Cada Conteúdo	Manuais de Fonte Externa	Manuais de Fonte Interna	Cadeiras	Mesas	Salas	Data Show	Painéis	Disponibilidade dos Formadores	Competência dos Formadores	Disponibilidade do Monitor	Competência do Monitor	Avião	Componentes do Avião	Simulador	
			Requisitos do cliente																		
1	3.33	1	Formação em alturas de menos trabalho		9	3					1			9	9	9	9	9	3	1	
2	3.33	1	Ações não sobrepostas para a mesma população alvo		3	9					1			9	9	9	9	9	3	1	
3	10.00	3	Ações no mínimo de tempo possível (150 horas para B1.1)		9	9	3	3						9	9						
4	3.33	1	ML/PM/GM com formação em cockpit		9	1								9	9			9		9	
5	16.67	5	Cursos para retirar limitações		9	9								9	9	9	9	9	3	1	
6	10.00	3	OJT imediatamente posterior à teoria		3											9		9	3	1	
7	10.00	3	OJT Diferenciado por áreas (ML e PM+GM)			9										9	9	9		9	
8	16.67	5	Melhor relação custo/ benefício		1	9								9	9	9	9				
9	3.33	1	Simulador de sistemas do avião (apoio multimédia)									9	9		3			3		9	
10	3.33	1	Cadeiras e mesas ergonómicas e confortáveis						9	9	9										
11	3.33	1	Manuais objectivos				9	9							9						
12	16.67	5	Formador teórico ligado à realidade											3	9						
					Pontuação	357	523	60	60	30	30	37	30	30	670	540	460	420	100	183	
					Importância	7	4	11	11	14	14	13	14	14	3	1	2	5	6	10	8

Observando a matriz da tabela 5.4, as características do serviço mais importantes são a *Competência dos Formadores*, a sua *Disponibilidade* e a *Duração de Cada Conteúdo*. Em relação à primeira característica não foi possível definir, nesta fase, uma métrica ou uma

qualificação, pelo que a mesma será remetida para a fase *Analyse* por forma a ser analisada em pormenor. A segunda, com base no trabalho realizado na fase *Recon*, será medida pelo número de revisões efectuadas ao planeamento das Acções de Formação. A terceira será medida pelos formandos na avaliação da reacção e através da comparação com outras entidades que ministram formação em manutenção, verificando-se que a duração da parte teórica na TAP MTO é muito superior em relação à praticada por estas (uma outra entidade executa a Acção, para um curso de A320, em cerca de 150 horas). Atendendo a que, e sendo esta outra uma entidade prestigiada, é exequível elaborar um curso em 150 horas, será medida a mais-valia financeira com a redução da parte teórica do curso para 150 horas.

Será também medido o desempenho da Organização em relação a alguns dos requisitos dos clientes: *Acções não sobrepostas para a mesma população alvo*, *Acções no mínimo tempo possível* (tendo como referencia as 150 horas), *Cadeiras e mesas ergonómicas*, a *Melhor relação custo/benefício*, *Cursos para retirar limitações*.

Efectuada a pesquisa atrás mencionada e estabelecida a relação entre Requisitos-Output do Sistema e Requisitos-Componentes do Serviço, sem perder de vista que o objectivo desta dissertação é o estudo da TAP MTO, foi perseguido o objectivo proposto pelo “*Sponsor*” da organização.

Ficaram definidos os seguintes prazos limite:

- RECON 01-07-2010
- DEFINE 01-08-2010
- MEASURE 15-09-2010
- ANALYSE 15-11-2010
- IMPROVE AND CONTROL SUGGESTIONS: 30-11-2010

Definiu-se o objectivo, conheceram-se os pressupostos e definiram-se os prazos. Tornou-se então necessário medir o desempenho da organização de acordo com os requisitos dos clientes. É o que expõe o próximo ponto.

### **5.3 MEASURE**

#### **5.3.1 Objectivo**

Nesta fase do projecto procedeu-se à medição dos requisitos a fim de determinar onde se está em relação ao cliente, procurando responder-se à questão “*qual o nível de serviço?*”.

### 5.3.2 Medição do Benefício da Formação no Desempenho Profissional

Inicialmente, mediu-se até que ponto este tipo de formação influencia o desempenho no posto de trabalho.

No modelo para medição individual da avaliação do impacto da formação referido por Leal *et al.* (2005) a avaliação é feita em dois momentos. No primeiro momento é avaliada a performance do aluno (antes da realização da acção de formação) e no segundo momento, já depois da acção, é efectuada uma segunda avaliação, por forma a comparar resultados avaliando o impacto da formação na performance de um trabalhador. Por analogia com o modelo atrás referido, procedeu-se à medição do desempenho do colaborador em dois momentos distintos: (1) Antes da Acção de Formação; (2) depois da Acção de Formação. A figura 5.3 mostra um diagrama resumido ilustrando o que está a ser referido:

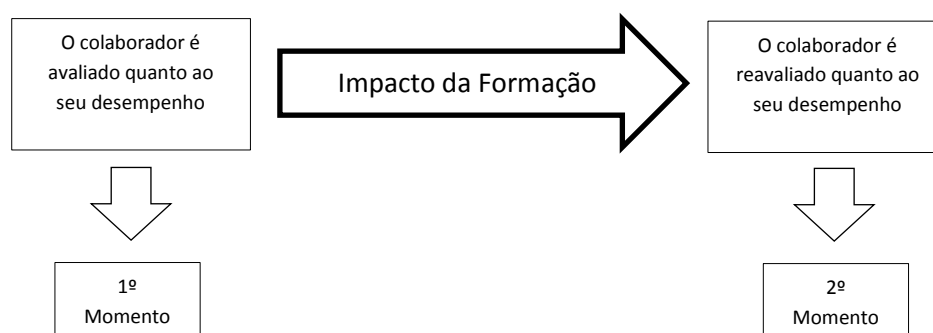


Figura 5.3 Avaliação individual do impacto da formação

(Adaptado de Leal *et al.*, 2005)

A metodologia para avaliar o impacto da formação no desempenho de um colaborador na organização baseou-se na figura 5.3. No entanto, como a avaliação é concluída anualmente e as Acções decorrem ao longo do ano (entre Janeiro e Dezembro), foram escolhidas a avaliação do ano anterior ao da realização da Acção e do ano posterior ao da realização da mesma.

Esta avaliação é feita com base no modelo de avaliação implementado pela organização (o ADP - Avaliação do Desempenho e Potencial).

Para isso, deu-se uso aos mesmos critérios de avaliação já utilizados pela Organização, o ADP. Este método consiste na avaliação dos colaboradores da TAP M&E no que respeita a Qualidade do Trabalho, a Atitude Perante o Trabalho, a Capacidade Técnica, as Relações Humanas, a Iniciativa e Responsabilidade e a Liderança, sendo esta última aplicável apenas a cargos de chefia.

No caso deste estudo foram consideradas as áreas Qualidade do Trabalho e Capacidade Técnica, por serem as que estão directamente relacionadas com o conhecimento adquirido neste tipo de formação.

Os parâmetros avaliados, que fazem parte das áreas Qualidade do Trabalho e Capacidade Técnica, são os que se apresentam de seguida: Comparação com os Standards, Consulta de Documentação Oficial/Cumprimento das Regulamentações, Rapidez na Execução de Tarefas sem Prejuízo da Qualidade, Fiabilidade dos Resultados, Domínio das Tecnologias Utilizadas, Nível de Conhecimentos, Segurança no Desempenho da Função e Sensibilidade para os Custos.

Como o objectivo é avaliar até que ponto uma acção de formação beneficia uma Organização através dos seus colaboradores e não até que ponto uma Acção de formação influencia o desempenho de um colaborador, calculou-se a proporção de colaboradores que melhoraram a sua Capacidade Técnica e Qualidade do Trabalho após a Acção de Formação. Esta proporção é obtida pelo diferencial entre a avaliação do ano anterior e a do ano posterior à realização da Acção.

À proporção de colaboradores que melhoraram a sua Capacidade Técnica e Qualidade do Trabalho (i.e., a diferença entre a proporção de colaboradores que melhoraram sem a Acção em análise e a proporção de colaboradores que melhoraram o seu desempenho após a realização da Acção) é dada a designação de *Eficiência da Acção*, com valores compreendidos entre 0 e 1. Não se calculou quanto melhoraram, porque isso depende da capacidade de cada colaborador, mas apenas se melhoraram ou não.

Utilizou-se a equação que se segue para a determinação de n (dimensão da amostra) associado a uma amostragem aleatória simples (Reis, 2001; Matos, 2005), tendo-se adoptado, uma vez que se desconhece  $\hat{p}$ ,  $p'=q'=0,5$ .

$$n = \frac{N \left( \frac{B^2}{Z^2} + p'q' \right)}{B^2 \frac{N}{Z^2} + p'q'}$$

B= erro máximo

N= dimensão da população

n= dimensão da amostra

z= valor z para um nível de confiança de 0,90

p'= considera-se o seu estimador igual a 0,5 por desconhecimento do valor de p

q'= 1-p'

Com os seguintes valores:  $B= 0.08$ ;  $N= 512$ ;  $p'= 0.5$ ;  $q'= 0.5$ ;  $Z= 1.64$ .

Foi retirada aleatoriamente uma amostra de 91 colaboradores de um total de 512 que frequentaram uma Acção de Type Training com aprovação. Esta dimensão da amostra foi estimada, como referido atrás, utilizando-se um nível de confiança de 90% e um erro máximo de 0,08 (8%). Os formandos seleccionados frequentaram acções entre os anos de 2006 e 2008. Não foram considerados os anos de 2009 e 2010 por não permitirem a comparação anteriormente referida. Foi obtida a classificação alcançada por cada colaborador nas áreas Qualidade do Trabalho e Capacidade Técnica. No sentido de garantir a comparabilidade dos valores obtidos, procedeu-se à padronização das variáveis referidas para o período em estudo (Reis, 2001). A tabela 5.5 ilustra esta padronização, onde é feita a comparação entre os diferentes anos. Nesta comparação, “1” significa que houve melhoria e “0” que não houve melhoria.

Devido ao facto de a Acção Type Training não ser a única a ser ministrada aos colaboradores, houve a necessidade de isolar o máximo possível os efeitos da Acção em estudo. A forma escolhida para este efeito foi comparar os resultados do ano precedente ao da Acção com os do ano imediatamente anterior a esse (exemplo: se a Acção se realiza em 2006, é comparada a avaliação entre 2004 e 2005), para calcular a proporção de colaboradores que melhoraram o desempenho sem a realização da referida Acção. Os resultados obtidos indicam que houve uma proporção de 0,55 de colaboradores que melhoraram a sua *Capacidade Técnica* e de 0,62 que melhoraram relativamente à *Qualidade do Trabalho*. Do mesmo modo comparou-se o desempenho dos colaboradores no ano anterior ao da Acção e o ano após o da Acção (exemplo: se a Acção se realiza em 2006, é comparada a avaliação entre 2005 e 2007) (não foi considerado o ano da realização da Acção, pois as Acções realizam-se durante todo o ano e poderia existir o risco de um colaborador ter recebido formação numa altura que em que não tivesse tido tempo de aplicar os conhecimentos, exemplo: ter terminado a Acção em Dezembro) tendo sido de 0,74 para a *Capacidade Técnica* e de 0,78 para a *Qualidade do Trabalho* a proporção de colaboradores que melhoraram o seu desempenho.

Considerou-se o contributo da Acção a diferença (Dif) entre estas proporções, isto é, considerou-se da responsabilidade da Acção a diferença calculada entre as proporções atrás referidas.

Pela tabela 5.5, a diferença de proporção é de 0,19 para a *Capacidade Técnica* e de 0,16 para a *Qualidade do Trabalho*, donde se conclui que o contributo da Acção para a *Capacidade Técnica* é de 0,19 (ou 19%) e de 0,16 (ou 16%) para a *Qualidade do Trabalho*.

Devido ao facto de alguns colaboradores, que embora tenham realizado a Acção de Type Training para o período em estudo, não terem sido sujeitos a avaliação foram eliminados do nosso estudo. A amostra reduziu-se para  $n=73$  que para o mesmo critério de cálculos de amostra, para uma significância de 90% com um erro de 0.09 (9%). Considerou-se a partir deste ponto uma amostra  $n=73$ .

Tabela 5.5 Quadro de comparação do desempenho

Colab.	Capacidade Técnica					Qualidade Do Trabalho					
	Avaliação			Comparação		Avaliação			Comparação		
	Prec.	Antes	Após	Antes	Após	Prec.	Antes	Após	Antes	Após	
1	-0.53	0.60	0.60	1	1	-0.72	0.98	0.63	1	0	
2	-2.58	-0.84	-0.04	1	1	-2.93	-0.78	-0.31	1	1	
3	-1.72	-1.56	-0.59	1	1	-1.67	-0.78	-0.31	1	1	
4	-0.53	-0.43	-0.59	1	0	-0.40	-0.78	-0.31	0	1	
5	1.40	1.93	1.52	1	0	0.28	0.99	0.94	1	0	
6	1.63	1.53	1.50	0	0	1.33	0.99	1.56	0	1	
7	0.60	0.55	0.34	0	0	0.63	1.70	0.31	1	0	
8	-0.12	1.24	0.34	1	0	0.28	0.99	0.31	1	0	
9	0.91	0.95	0.61	1	0	0.98	-0.44	0.31	0	1	
10	-2.17	-2.39	-2.07	0	1	-2.18	-2.57	-2.17	0	1	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
73	-0.72	-0.31	0.67	1	1	-0.79	-0.31	-0.2	1	1	
				Nº Suc.=	40	54			Nº Suc.=	45.00	57.00
				Prop.=	0.55	0.74			Prop.=	0.62	0.78
				Dif.=		0.19			Dif.=		0.16

Por forma a testar se as proporções são comparáveis, isto é, se a diferença entre elas é significativa, optou-se pelo nível de confiança de 90%, por uma questão de coerência com as predefinições das amostras.

Teste (tanto para a Qualidade do Trabalho como para a Capacidade Técnica e de acordo com Spiegel (1977)):

$H_0: P_2 = P_1$ , isto significa que as diferenças são motivadas pelo acaso, isto é, que a Acção estudada não contribui para a melhoria do desempenho.

$H_1: P_2 > P_1$ , a Acção contribui para a melhoria do desempenho.

Pela hipótese  $H_0$ ,

Para a *Qualidade do Trabalho*:  $\mu_{P_2-P_1} \leq 0$        $\sigma_{P_2-P_1} = 0,076$        $Z_0 = 2,11$

Para a *Capacidade Técnica*:  $\mu_{P_2-P_1} \leq 0$        $\sigma_{P_2-P_1} = 0,079$        $Z_0 = 2,41$

$Z_{0,10} = 1,28$

Em que  $\sigma_{P_2-P_1}$  é obtido segundo a formula:

$$\sigma_{P_2-P_1} = \sqrt{pq \left( \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_1} \right)}$$

E em que  $Z_0$  é obtido segundo:

$$Z_0 = \frac{P_2 - P_1}{\sigma_{P_2-P_1}}$$

Atendendo a que o valor crítico de Z para uma significância de 0,10 e para testes unilaterais é 1,28 (o que é claramente inferior aos valores  $Z_0$  obtidos em ambos os casos), isto significa que rejeitamos a hipótese  $H_0$ , pelo que devemos concluir que a Acção em estudo contribui de facto para a melhoria do desempenho para um nível de confiança de 90%.

Como o acontecimento que distingue os períodos temporais é a Acção de Type Training, se se calcular a diferença das proporções, avalia-se de certo modo o contributo desta Acção para o desempenho desta categoria de colaboradores e, conseqüentemente, a mais-valia para a organização.

Estes valores foram calculados a partir da classificação obtida pelos colaboradores na *Qualidade do Trabalho* e na *Capacidade Técnica* realizadas pelo Sistema de Avaliação de Desempenho e Potencial da própria Organização. Não tendo sido alvo de análise (uma vez que não houve acesso à sua ficha técnica), partiu-se do pressuposto que as avaliações são precisas.

Como já foi referido atrás, existem outros factores que podem influenciar a avaliação dos colaboradores além da formação profissional ministrada ao abrigo da *Part-147*, como por exemplo a experiência profissional e as formações ao abrigo da *Part-145*, sendo esta uma possível explicação para o facto de existir uma melhoria em anos em que não existe a formação que é objecto do nosso estudo.

### 5.3.3 Medição da Disponibilidade dos Formadores em cada Acção de Formação

A disponibilidade dos formadores é uma característica importante do serviço e uma das formas de a medir é através do número de revisões de planeamentos que acontecem por indisponibilidade de um ou mais formadores, o que interfere posteriormente com a disponibilidade dos outros.

Foi elaborado um gráfico com as acções de formação e as respectivas revisões ao planeamento (ver figura 5.4).



Figura 5.4 Gráfico do número de revisões aos planeamentos das Acções de Formação

Esta medição torna-se importante na medida em que, cada vez que se efectua uma alteração, ela interfere com a disponibilidade de todos os formadores.

Como foi referido no Capítulo 4, a disponibilidade dos formadores também pode ser afectada pela sobreposição de Acções de Formação a decorrer no mesmo período de tempo sendo, por isso, de grande importância proceder à medição deste factor (tratando-se ainda de um requisito de satisfação dos clientes).

### 5.3.4 Medição da Sobreposição de Acções na Mesma População Alvo

Na perspectiva de avaliar a relação custo/benefício das Acções Type Training, foi medida a sobreposição de cursos e a necessidade da realização de Acções ao ponto de haver necessidade de sobreposição.

Para calcular a sobreposição foram tidos em conta os dias úteis de 2009 completo e 2010 até Junho. Outros dados importantes foram o número de colaboradores em formação que não estão no seu posto de trabalho (ausência programada do posto de trabalho) e o número de Acções (cursos) em simultâneo.

O cálculo para a medição da sobreposição de Acções (Total de Sobreposições (TS)) foi o seguinte:

$$TS = \frac{n^{\circ} \text{ total de dias de cursos sobrep.}}{n^{\circ} \text{ total de dias de trabalho}}$$

A sobreposição de Acções para 2009 está discriminada no gráfico da figura 5.5.

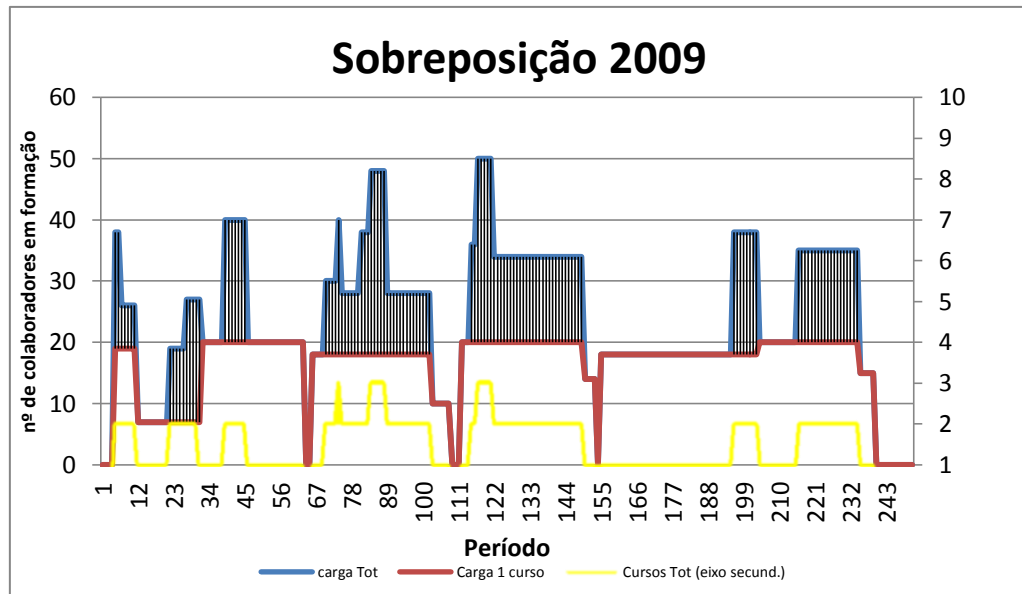


Figura 5.5 Gráfico de sobreposição de acções de formação em 2009

De modo a evitar a sobreposição de cursos é necessário que decorra apenas um único curso ao longo do tempo. Este valor é indicado pela linha vermelha do gráfico e apresenta o número de colaboradores em formação no decorrer de uma acção de formação (nº. lido no eixo vertical esquerdo).

A linha azul indica o número total de colaboradores envolvidos em acções de formação quando decorrem mais do que uma em simultâneo e a sombreado está a diferença para apenas uma Acção.

A amarelo, no eixo secundário (ou eixo vertical direito), o número de cursos a decorrer em simultâneo.

A sobreposição calculada (TS) para 2009 foi de 0,47. Isto significa que em 53% do tempo não houve sobreposição em 2009. Sendo a não sobreposição de cursos um requisito do cliente, onde “0” representa todo o tempo com sobreposição e “1” apenas uma Acção a decorrer em todo o tempo, o nível de satisfação neste item é de 0,53 para 2009.

Para o ano de 2010 a sobreposição de acções está ilustrada no gráfico da figura 5.6.

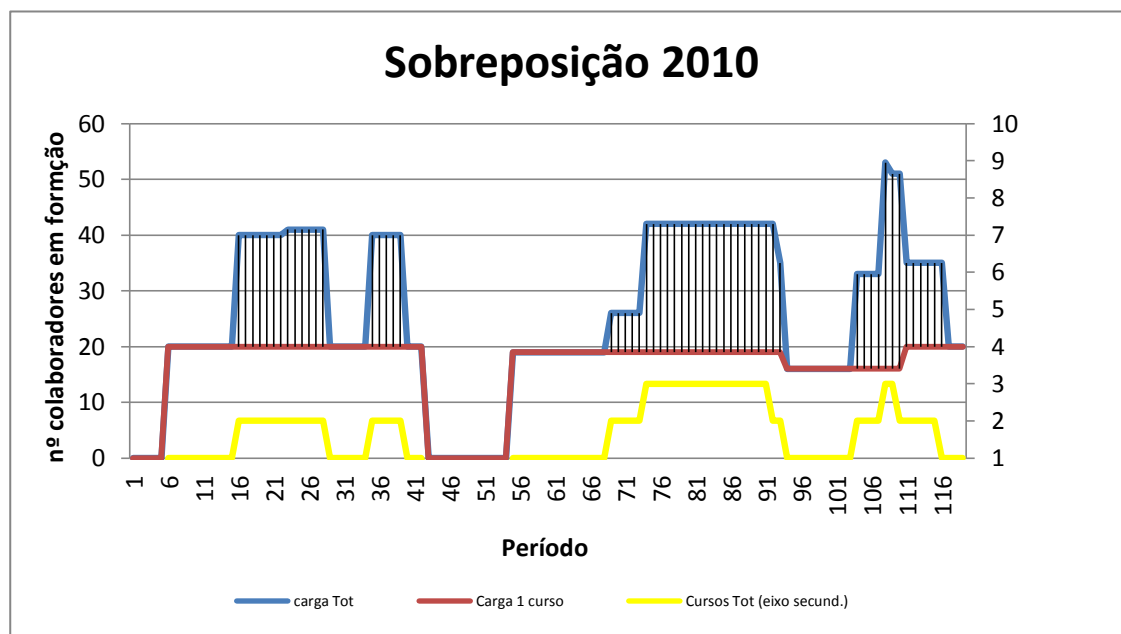


Figura 5.6 Gráfico de sobreposição de acções de formação em 2010 até Junho

A leitura do gráfico para 2010 é feita à semelhança do gráfico para 2009 (figura 5.5).

A Taxa de Sobreposição calculada para 2010 foi de 0,46, o que corresponde a 54% do tempo sem sobreposições. É perceptível uma variação expressiva, sendo os valores 54% ou 53% correspondentes a um nível de qualidade de, aproximadamente,  $1,6\sigma$  (valor calculado a partir da tabela do Anexo III). O cálculo do nível sigma é feito tendo em consideração a taxa de sucesso (ou nível de satisfação) de um serviço, que neste caso é de 53% para 2009 e 54% para 2010.

De referir também que a capacidade teórica de cursos completos sem sobreposição em 2009 foi de 7 Acções de Type Training, valor obtido através da divisão do produto de 251 dias úteis por seis horas diárias de formação por 206, que é o número horas de cada Acção. Em 2010 o valor é igualmente de 7 Acções Type Training.

Medida a sobreposição das Acções de formação para a mesma população-alvo, é necessário perceber se o número de Acções efectuadas está de acordo com as necessidades reais de formação.

### 5.3.5 Medição das Necessidades de Formação

Que “em cada momento o colaborador adquira a formação necessária para o trabalho que desempenha” é o objectivo principal neste projecto, proposto pelo responsável da Organização. Para isso, tornou-se necessário avaliar as necessidades de formação. Foi escolhida a Grande Manutenção (GM) como sector piloto, por ser a que possuía mais dados disponíveis.

O alvo principal desta medição é a sua inserção na avaliação custo/benefício. Nela são medidas as diferenças entre as horas necessárias e as horas disponíveis e trabalháveis por técnicos de certificação, que neste caso são os da subcategoria B1.1 já que, sendo os mais numerosos, permitem um maior volume de dados. Medindo o número de horas necessárias e as disponíveis, foi possível prever com alguma segurança o número de Acções de formação necessárias.

Foram contabilizadas as **horas x homem** previstas e realizadas, bem como as certificadas por avião em horário regular de trabalho (7,5 horas/dia nos dias úteis) como demonstra a tabela 5.6.

No que diz respeito às horas necessárias e realizadas entre Janeiro e Junho de 2010, todas incluem o trabalho total realizado em aviões dos modelos apresentados na tabela 5.6, onde se incluem trabalho não especializado (trabalhos que não necessitem de certificação no avião em concreto).

**Tabela 5.6 Valores das horas realizadas e horas certificadas disponíveis**

	<b>Avião</b>	<b>Disponíveis</b>	<b>Necessárias</b>	<b>dif Necess.</b>
G1/3	319/20/21	103477.5	51320.39	52157.11
	330/340	69457.5	30795.36	38662.14
G2	319/20/21	52447.5	55438.25	-2990.75
	330/340	29767.5	31767.68	-2000.18

Estes valores não se referem à mão-de-obra (m.d.o.) disponível no seu todo mas a horas certificadas, isto é, a qualificações adquiridas em acções de formação ao abrigo da *Part-147*. Servem para contabilizar se a formação ministrada é suficiente, deficitária ou excedentária. Por outras palavras, permitem contabilizar se os colaboradores obtiveram a formação necessária para o trabalho que executam. Note-se: um colaborador pode ter formação em vários tipos de avião.

Nos gráficos da figura 5.7 torna-se mais simples de interpretar os valores dos dados referentes às horas realizadas (o que realmente aconteceu) e disponíveis.

É perceptível que, para o Grupo 2, as horas disponíveis foram inferiores às horas necessárias, enquanto no Grupo 1/3 o número de horas disponíveis foi excedente. Esta medição serviu para quantificar a formação ministrada em relação ao trabalho necessário (atendendo a que se está a referir a formação profissional paga integralmente pela entidade empregadora, é de muita importância, pois permite aferir as necessidades de formação numa perspectiva custo/benefício).

Conforme indicado na figura 5.7, e para o período em estudo, é possível ver a relação de horas teóricas disponíveis por grupos e por avião, ou seja, sem absentismo.

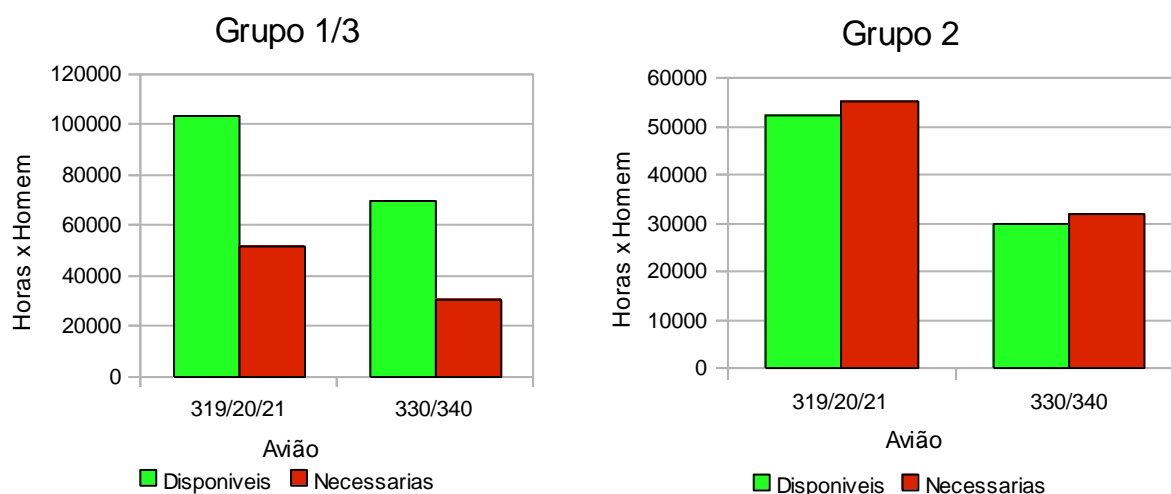


Figura 5.7 Gráfico indicador das horas x Homem realizadas e disponíveis por grupos de trabalho

### 5.3.6 Medição da Eficácia

O método de avaliação de eficácia da Formação Profissional é baseado em 4 níveis (Hamblin, 1978), Reacção ou Avaliação do Ensino, Avaliação da Aprendizagem, Avaliação dos Impactos da Formação no Trabalho, Resultados Visíveis no Desempenho Real dos Ex-participantes e Mudanças e Transformações provocadas pela Formação nas Equipas e na Organização.

Uma vez que nas avaliações já feitas pelo Control & Follow-up à Avaliação do ensino estão avaliados alguns itens que coincidem com alguns requisitos do cliente (nomeadamente: *Instalações* - onde se incluíram *Mesas e Cadeiras*; *Documentação* - manuais; *Equipamentos*; *Duração da Acção*; *Meios Audiovisuais* - onde se incluiu *Simulador*, também referido como requisito), decidiu utilizar-se estes valores.

Nesta fase, para uniformizar todos os níveis de satisfação, foi igualmente utilizada a escala entre “0” e “1” de modo a calcular uma proporção relativa ao valor máximo da pontuação através dos resultados dos questionários (pontuação 4 corresponde a 1 ou uma taxa de sucesso de 100%) da seguinte forma:

$$Y = \frac{\textit{pontuação obtida}}{\textit{pontuação máxima da escala}}$$

Em que:

*pontuação obtida* = classificação final da avaliação em questionário realizado após a realização da Acção  
*pontuação máxima da escala* = 4

Esta abordagem permite que a comparação dos dados e posterior cálculo do nível sigma sejam possíveis, pois estaremos a considerar proporções.

A pontuação é obtida da seguinte forma:

$$\textit{pontuação obtida} = \frac{\sum_{i=1}^4 (n_i * i)}{N}$$

Em que:

$n_i$  = nº. de respostas  $n$  de classificação  $i$

$i$  = ponderação da resposta a variar de 1 até 4

$N$  = total de respostas dadas

Na tabela 5.7 estão os resultados obtidos para estes itens. Foram consideradas as doze Acções mais recentes com relatório disponível e as dimensões dos questionários uniformes. Os questionários anteriores aos seleccionados seguiam critérios não comparáveis com os seleccionados.

Com os dados da tabela 5.7 obtiveram-se a média das referidas Acções e os respectivos rendimentos/ taxas de sucesso em cada item avaliado pelos formandos (níveis de satisfação dos formandos) (tabela 5.8)

**Tabela 5.7 Avaliação da acção de formação pelos formandos**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Duração do Curso	2.9	2.0	2.1	2.4	3.3	3.3	2.7	3.1	2.9	2.8	3.0	3.0
Qualidade das instalações	2.9	3.3	2.9	2.8	2.9	3.3	3.0	2.8	2.9	2.6	2.8	2.9
Qualidade dos equipamentos	3.1	3.4	2.9	2.8	3.1	3.4	3.2	2.8	3.0	2.9	3.0	3.2
Meios audiovisuais (se aplicável)	3.1	3.5	3.0	2.9	3.4	3.5	3.4	3.2	3.1	3.2	3.1	3.4
Documentação fornecida	3.1	3.1	2.9	2.9	3.2	3.4	2.7	1.9	2.9	3.0	2.9	3.2

Tomou-se como referência a média ( $\mu$ ) das últimas doze avaliações e os resultados foram os apresentados na tabela 5.8.

O serviço prestado por uma entidade formadora é muito abrangente no que respeita o cálculo de defeitos. Existem inúmeras situações de difícil contabilização, como por exemplo, as vezes que o formador chegou atrasado, a quantidade de vezes que os meios audiovisuais falharam durante uma acção, etc. Como essa avaliação é feita através da realização de questionários, optou-se por classificar o serviço através da sua taxa de sucesso, isto é, da sua avaliação em relação à pontuação máxima possível de obter nos questionários (de acordo com a formula atrás referida para o cálculo de  $Y$ ).

Por uma questão de comparabilidade, todos os itens avaliados seguiram o mesmo critério - o nível em que o serviço se encontra em relação aos aproximadamente zero defeitos.

**Tabela 5.8 Níveis de satisfação dos formandos**

<i>Item</i>	$\mu$	$Y$
Duração do Curso	2.8	0.70
Qualidade das instalações	2.9	0.73
Qualidade dos equipamentos	3.1	0.77
Meios audiovisuais (se aplicável)	3.2	0.80
Documentação fornecida	2.9	0.74

Os valores da taxa de sucesso ( $Y$ ) da tabela 5.8 serão utilizados mais à frente no ponto 5.4.4 para o cálculo do nível sigma para cada requisito.

Efectuadas as medições, procedeu-se à sua análise no ponto **5.4 ANALYSE** a fim de se retirar delas fundamento e referência para as medidas de melhoria.

## 5.4 ANALYSE

A TAP MTO é uma Organização que deve a sua existência ao facto da formação em manutenção necessitar de cumprir os requisitos impostos pelo anexo IV (ou *Part-147*) do regulamento da Comissão Europeia. Embora seja uma Organização organicamente autónoma, do ponto de vista contabilístico é parte integrante da Manutenção e Engenharia (M&E), isto é, a unidade de negócio (UN) da qual faz parte é a M&E. Isto significa que todos os custos referentes ao seu funcionamento são imputados à M&E. Deste modo, quando são analisados os custos/benefícios e os demais dados, torna-se impossível dissociá-los na totalidade dos interesses da M&E.

O propósito desta fase é que toda a informação e dados recolhidos na fase *Measure* façam sentido, manipulando-os por forma a detectar as verdadeiras causas da não qualidade e da variabilidade (George, 2003).

Os resultados-chave da fase *Analyse* são uma lista de variáveis prioritárias cujas fontes de variação afectem o processo e a quantificação financeira do benefício esperado pela conclusão do projecto (Basu, 2009).

### 5.4.1 Análise do Benefício da Formação no Desempenho Profissional

Olhando e analisando a tabela 5.5 do ponto 5.3.2 (uma vez que estamos na fase *Analyse*) verifica-se uma situação interessante: que mesmo sem a realização desta Acção de formação existem colaboradores que melhoram o seu desempenho, nomeadamente, a *Qualidade do Trabalho* e a *Capacidade Técnica*. Isto deve-se a duas razões principais: (1) Os colaboradores M&E são alvo de outros tipos de formação, fundamentalmente as que são ao abrigo da *Part-145*; (2) A experiência ou conhecimento e *skill* para desempenhar uma função através da prática.

Em relação ao ponto (2), é muito difícil (ou impossível?) conhecer algo sem a interferência dos sentidos, pois todas as “janelas” do nosso intelecto estão abertas neles (Locke, 1978).

Reconhece-se, segundo Locke (1978), a experiência como uma grande fonte de Conhecimento. É difícil admitir algum Conhecimento independente dos sentidos. No entanto, poderá existir algum factor *a priori* que não provenha da experiência, mas da intuição, como por exemplo os conceitos de Espaço e Tempo. Da mesma forma, se a experiência fosse a única possibilidade de conhecimento, todos tenderíamos à uniformidade intelectual; no entanto há, por

exemplo, pessoas que por mais que se dediquem a um certo ramo de actividade, não conseguem grande progresso, sendo necessário mudar de ramo. Se fosse a experiência a única fonte de conhecimentos, todos os que se propusessem à biologia desenvolveriam a biologia, à física desenvolveriam a física, mas sabe-se que não é assim (Locke, 1978). Isto pode explicar o facto de nem todos os formandos melhorarem o seu desempenho (salvaguarda-se que é considerado que a avaliação é executada de uma forma isenta e homogénea, não tendo sido alvo de estudo, conforme referido anteriormente).

A tabela 5.5 indica a proporção total de colaboradores que melhoraram o seu desempenho, pois o objectivo é, conforme já foi dito em capítulos anteriores, calcular a contribuição das Acções ao abrigo da *Part-147* e não o desempenho individual de cada colaborador (essa tarefa é executada pelo Follow-up & Control e revelada nos relatórios de avaliação de eficácia).

Pela tabela 5.5 identificou-se o seguinte: por acção da formação houve um acréscimo de 16% nos colaboradores que melhoraram a sua *Qualidade do Trabalho* e 19% nos que melhoraram a sua *Capacidade Técnica*. Considera-se então, este, o contributo/benefício deste tipo de acção de formação para a empresa que, embora seja obrigatória para a certificação, não é a principal causa da melhoria de desempenho. É, portanto, importante avaliar os seus custos e apenas executar as acções estritamente necessárias ao trabalho da Manutenção & Engenharia com a Qualidade desejada.

#### **5.4.2 Análise das Necessidades de Formação**

A avaliação dos custos atribuídos às Acções de Formação de Tipo é fundamental para definir prioridades. De acordo com a tabela 5.6, do grupo 1/3 existe um excedente de m.d.o. de certificação (não se está a afirmar que existem colaboradores em excesso mas sim colaboradores com cursos de certificação que não é necessária, pois existem outros tipos de avião que não foram enquadrados no estudo e um colaborador pode ter mais do que um curso de certificação), o que significa que foram ministrados alguns cursos de certificação que não seriam necessários. De acordo com a tabela 5.9, em números teóricos (pois não foi considerado o absentismo ou as horas extraordinárias), foram ministrados no total ao Grupo 1/3 cerca de sessenta e três cursos a mais e cerca de 5 a menos ao Grupo 2 para estes tipos de avião.

Tabela 5.9 Diferença do número de cursos em relação ao necessário

<b>Grupo 1/3</b>				
<b>Avião</b>	<b>disponíveis</b>	<b>necessárias</b>	<b>dif</b>	<b>Dif Cursos</b>
<b>A320 fam</b>	103477.5	51320.39	52157.11	<b>36</b>
<b>A330/340</b>	69457.5	30795.36	38662.14	<b>27</b>
<b>Grupo 2</b>				
<b>Avião</b>	<b>disponíveis</b>	<b>necessárias</b>	<b>dif</b>	<b>Dif Cursos</b>
<b>A320 fam</b>	52447.5	55438.25	-2990.75	<b>-3</b>
<b>A330/340</b>	29767.5	31767.68	-2000.18	<b>-2</b>

Se calcularmos os custos do tempo em que os colaboradores estão ausentes do seu posto de trabalho durante o período em que ocorrem as Acções teóricas (Cust. Ausência T) e práticas (Cust. Ausência P) somando os custos da própria Acção (Cust. Form. T) (como por ex.: custos com instalações, documentação, etc) e as respectivas ausências dos próprios formadores (Cust. Aus. Formador T e Cust. Aus. Formador P), estes cursos representariam os custos totais dessas formações. Com valores médios reais de 2009 (ver anexo V) para as categorias envolvidas, superam os €548 000.

Estes valores foram apurados para a GM (ver tabela 5.10) e perante eles torna-se imperativo analisar o que falhou para que os colaboradores fossem enviados para formação sem necessidade aparente.

Tabela 5.10 Custos das formações ministradas não necessárias

	<b>320</b>	<b>330/340</b>	<b>Total</b>
<b>Cust. Ausência T</b>	€ 199.435,50	€ 155.531,25	€ 354.966,75
<b>Cust. Ausência P</b>	€ 59.439,60	€ 45.030,00	€ 104.469,60
<b>Cust. Form. T</b>	€ 10.955,08	€ 5.583,90	€ 16.538,98
<b>Cust. Form. P</b>	€ 3.703,20	€ 2.777,40	€ 6.480,60
<b>Cust. Aus. Form. T</b>	€ 32.854,20	€ 16.427,10	€ 49.281,30
<b>Cust. Aus. Form. P</b>	€ 9.663,00	€ 7.247,25	€ 16.910,25
<b>Total</b>	<b>€ 316.050,58</b>	<b>€ 232.596,90</b>	<b>€ 548.647,48</b>

(cálculos com base nos valores da tabela do anexo V)

É fundamental colocar as perguntas certas, que conduzem à verdadeira razão destes problemas. A ferramenta que nos pode guiar nesse questionário é o Five Whys. Esta é uma ferramenta informal que se pode usar na descoberta da verdadeira causa de um problema ou defeito, ao perguntar sucessivamente ‘porquê?’. Não necessita de ter sempre cinco iterações. Deve, sim, ter as iterações necessárias até chegar à raiz do problema (Breyfogle et al., 2001; Basu, 2009).

O problema seleccionado é: “*Estão a ser enviados colaboradores para formação em determinado tipo de avião e não existe a necessidade.*”

Pergunta 1: Porquê?

Resposta: A avaliação das necessidades está a ser mal calculada.

Pergunta 2: Porquê?

Resposta: Não está a ter em consideração o número de horas previstas para o ano nem o número de colaboradores já formados.

Pergunta 3: Porquê?

Resposta: O objectivo é que todos os colaboradores tenham, no mínimo, um curso completo.

De acordo com a análise acima, a justificação para se continuar a enviar colaboradores para formação é que o objectivo pelo qual se regem as chefias é que *todos tenham os cursos de todos os aviões ou então, pelo menos, um curso completo*, não tendo em consideração a eficiência do grupo como um todo, mas apenas do indivíduo. Esta afluência de formandos resulta, além dos custos inerentes, no esgotamento das capacidades da entidade formadora, forçando a uma sobreposição de Acções de Formação. Ou seja, a sobreposição de Acções de Formação é uma situação frequente que resulta do número elevado de formandos. O efeito provocado resulta na ausência de colaboradores/formandos e formadores no seu local de trabalho regular. Esta situação cria um outro problema: a ausência de muitos colaboradores em formação em simultâneo, aliada ao absentismo, cria uma falsa sensação de falta de colaboradores. Pelo gráfico da figura 5.6 pode ver-se que a sobreposição de cursos provocou uma ausência total superior a 50 colaboradores, o que corresponde a cerca de 10% do total de TMA's.

#### **5.4.3 Análise da Disponibilidade dos Formadores em cada Acção de Formação**

Em relação às revisões dos planeamentos, pela Árvore de Falhas construída na fase *Recon*, concluiu-se que nas áreas onde trabalham os formadores a principal causa para as revisões é que as Acções de Formação não são preparadas e encaradas como uma situação excepcional de trabalho. Deste modo, sempre que existe uma situação considerada excepcional a Acção reverte para segundo plano, obrigando a uma alteração ao planeamento que, por sua vez, afecta a disponibilidade individual dos outros formadores envolvidos na mesma Acção.

A título de exemplo, um planeamento de uma Acção que foi revista cinco vezes custou ao técnico e à empresa que o elaborou 15 horas e 54 minutos de trabalho, não considerando o planeamento inicial (ver anexo I). Observando a figura 5.4 é perceptível o desperdício acumulado ao longo de todas as Acções efectuadas.

#### 5.4.4 Análise da Avaliação da Eficácia

Como foi referido atrás, o serviço prestado por uma entidade formadora é muito abrangente no que respeita o cálculo de defeitos. Existem inúmeras situações de difícil contabilização, como por exemplo, as vezes que o formador chegou atrasado, a quantidade de vezes que os meios audiovisuais falharam durante uma acção, etc. Como essa avaliação é feita através da realização de questionários, optou-se por classificar o serviço através da sua taxa de sucesso, isto é, da sua avaliação em relação à pontuação máxima possível de obter nos questionários.

Por uma questão de comparabilidade, todos os itens avaliados seguiram o mesmo critério - o nível em que o serviço se encontra em relação aos zero defeitos.

Kumar (2007) estabelece a relação entre o número de defeitos por número de oportunidades e o rendimento/taxa de sucesso, aqui extrapolado para uma situação em que as oportunidades são um milhão. Procedendo-se de forma inversa é possível transformar a taxa de sucesso em número de defeitos por milhão de oportunidades, ou seja, é possível transformar o número de defeitos numa proporção e vice-versa, sendo  $Y$  o rendimento/ taxa de sucesso, da seguinte forma:

$$Y = 1 - \frac{n^{\circ} \text{ de defeitos}}{n^{\circ} \text{ de oportunidades}} \text{ do mesmo modo, } 1 - Y = \frac{n^{\circ} \text{ de defeitos}}{n^{\circ} \text{ de oportunidades}}$$

Com base em Kumar (2007) e a relação entre DPMO e Nível Sigma é possível chegar ao nível sigma através de uma proporção. Os níveis sigma apresentados na tabela 5.11 são calculados com base na tabela do Anexo III, que estabelece a relação atrás referida.

No que respeita à avaliação da eficácia (ver tabela 5.7), a avaliação referente à “Duração do Curso” é de 0,70 e é praticamente igual ao *ranking* atribuído para este requisito, que é de 0,70 (ver tabela 5.11). Assim sendo, podemos aferir que a duração do curso desejada pelos clientes é de uma maior aproximação às 150 horas na parte teórica. É, portanto, uma confirmação de que a recolha de requisitos pelo princípio da *TIC* é fiável pela coerência na avaliação.

Os valores apurados vêm do cálculo da taxa de sucesso/ rendimento efectuado atrás no ponto 5.3.6. Nesta fase de análise construiu-se uma tabela (tabela 5.11) onde se estabelece a relação entre a taxa de sucesso/ rendimento do processo em relação aos requisitos e o respectivo nível sigma, sendo os valores calculados com base na tabela do anexo III.

A tabela 5.11 permite ainda visualizar e aferir em que nível sigma se encontra o desempenho do processo em relação aos requisitos estudados.

**Tabela 5.11 Taxa de Sucesso em relação à satisfação dos requisitos; nível sigma em cada requisito**

Requisito	Acções não sobrepostas para a mesma população alvo	Acções no mínimo de tempo possível (150 horas para B1.1)	Simulador de sistemas do avião (apoio multimédia)	Cadeiras e mesas ergonómicas e confortáveis	Manuais objectivos
<b>Tx Sucesso</b>	0.54	0.69	0.80	0.73	0.74
<b>Nível Sigma</b>	1.6	2.0	2.4	2.1	2.1

Havendo muito para melhorar, optaremos pela melhoria no desempenho na satisfação dos requisitos: “*Acções no mínimo tempo possível*” e “*Acções não sobrepostas para a mesma população alvo*”. O requisito “*Melhor relação custo/benefício*” será tido em conta em todos os cálculos e melhorias efectuadas.

A *Competência do Formador* é uma característica que não foi possível analisar com detalhe. Isso deveu-se ao facto de, à data deste estudo, a base de dados estar gerida de uma forma em que a sua consulta só é possível por busca individual. Isto significa que não é possível fazer a busca por campos que não sejam o nº TAP ou nome do indivíduo, de modo a ter acesso às qualificações que permitem prestar formação e que, por sua vez, estão no mesmo grupo das qualificações para exercer a função de técnico, engenheiro, etc.

Verifica-se que o nível de qualidade sigma para cada requisito está longe de ser próximo de  $6\sigma$ , o que significa que ainda existe um longo caminho a percorrer.

Por ser mais objectivo e mais específico, optou-se por medir individualmente o nível que qualidade sigma, pois em situações futuras isto permitirá que cada um destes requisitos possam ser, individualmente ou em grupo, objecto de um projecto *Six Sigma*. Como já foi referido, o objectivo proposto para este estudo é bastante abrangente; assim, espera-se que projectos futuros possam ter lugar tendo como ponto de partida os resultados apurados neste ponto.

### **5.5. IMPROVE e CONTROL – Sugestões de Melhoria**

Nestas duas fases, tendo em conta que o propósito deste estudo incide fundamentalmente na verificação da aplicação da metodologia *Six Sigma* numa entidade que ministra formação em manutenção, não foi possível implementar qualquer tipo de medida, pelo que apenas estão enumeradas sugestões e simulações das vantagens das melhorias propostas ao processo.

As fases iniciais do ciclo DMAIC localizaram as áreas onde se pode melhorar o processo e, nalguns casos, quanto custou o mau funcionamento do processo. Durante a presente fase são postas em prática ideias e soluções, sendo as diferentes opções comparadas entre si de modo a determinar as que são mais promissoras (Basu, 2009).

É também propósito desta fase fazer alterações ao processo que eliminem defeitos, custos, etc., que estejam, directa ou indirectamente, ligados às necessidades dos clientes identificadas na fase *Define* (George et al., 2004).

Breyfogle III (2001) rebate que o pensamento criativo deve ser o ‘coração’ de qualquer projecto de melhoria de um processo e também que as equipas necessitam de liberdade para experimentar e de serem apoiadas enquanto ‘*jogam*’ com o processo. É neste contexto que se apresentam as sugestões de melhoria.

#### **5.5.1 Sugestão de Melhoria 1 – Redução do Número de Horas da Acção Type Training**

Conforme explicado na fase *Analyse*, o contributo da formação Type Training é de 16% para a *Qualidade do Trabalho* e de 19% para a *Capacidade Técnica*. Seria vantajoso para a Organização, tanto do ponto de vista financeiro como operacional (reduzindo o período de ausência do colaborador no seu local de trabalho por causa da formação), a redução do número de horas teóricas de 206 num curso de A320 para 150, à semelhança de outras companhias. Esta alteração permitiria a redução de dias de ausência no posto de trabalho (tanto de formandos como de formadores) e, simultaneamente, o aumento da capacidade de realização de Acções de Formação durante o ano (com consequência na redução de sobreposição de cursos). A capacidade poderia subir para 10 Acções num ano contra as actuais 7. Mas os ganhos não ficariam por aqui: numa turma com 20 formandos, todos da TAP M&E, a redução de custos poderia chegar aos €35.658,22 (ver tabela 5.12). E se multiplicarmos este valor pelo número de turmas totais num ano (ou seja, 10), em cada 10 turmas (isto é, num ano completo) a redução poderia ultrapassar os €350.000.

Tabela 5.12 Ganhos com a redução de 206 para 150 horas

Horas Formação	150	206	
Tipo de Avião	A320	A320	Total
Cust Ausência T	88875.00	120870.00	<b>31995.00</b>
Cust Ausência P	35550.00	35550.00	<b>0.00</b>
Cust Form T	3.988,50	5.477,54	<b>1.489,04</b>
Cust Form P	1.851,60	1.851,60	<b>0.00</b>
Cust Aus Forma T	6.039,38	8.213,55	<b>2.174,18</b>
Cust Aus forma P	4.831,50	4.831,50	<b>0.00</b>
<b>Total</b>	<b>141.135,98</b>	<b>176.794,20</b>	<b>35.658,22</b>

(cálculos com base nos valores da tabela do anexo V)

### 5.5.2 Sugestão de Melhoria 2 – Cálculo das Necessidades de Formação

O cálculo das necessidades de formação pode ser considerado como um processo onde que os *inputs* são: (1) As previsões da produção; (2) As horas x Homem disponíveis; (3) As diferenças entre horas previstas e efectuadas do ano anterior; (4) A taxa de absentismo do ano anterior. Os *outputs*, o número de cursos necessários a realizar (ver figura 5.8).

Neste processo (cálculo das necessidades de formação) é fundamental que as bases de dados das qualificações dos colaboradores estejam sempre actualizadas e consultáveis pela área de Recursos Humanos. Esta ressalva surge porque, quando foram recolhidos dados, verificou-se uma grande dificuldade na recolha dos mesmos por não existir uma base de dados central e consultável por campos de qualificações.

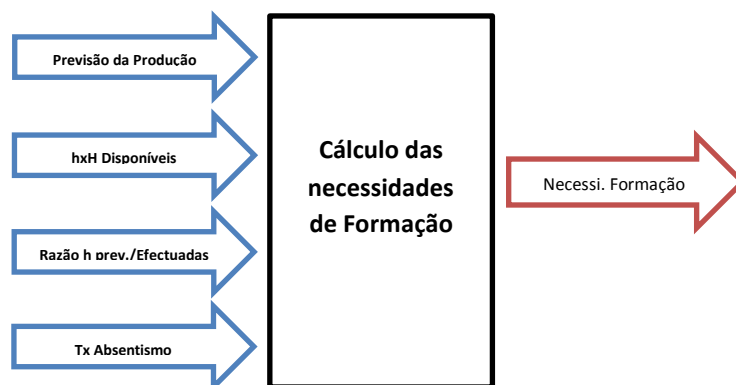


Figura 5.8 Diagrama do Processo de Cálculo das Necessidades de Formação

A *Taxa de Absentismo* considerada a título de exemplo foi baseada no balanço social da empresa a que se teve acesso, o de 2008. A taxa apurada foi de 17%, o que significa que, das horas totais trabalháveis no ano de 2008, 17% não foram trabalhadas por diferentes razões, como por exemplo doença, representação, etc.; logo, a necessidade tem de ser afectada por esses 17%.

No caso da *Razão entre Horas Previstas e Horas Efectuadas* na produção, foram tidos em conta para este cálculo os valores previstos em 2010 entre Janeiro e Setembro. Esta variação tem que ser considerada porque a empresa a estudo é uma empresa de manutenção onde, por vezes, surgem imprevistos, tais como avarias não previstas nos manuais de manutenção, etc. As restantes variáveis (*Previsão da Produção e hXH Disponíveis*) são aplicadas directamente. Na fase Analyse foram calculados os custos inerentes à falta destes cálculos (ver tabela 5.10).

Sem qualquer outra condicionante as necessidades de formação (NF) seriam iguais às horas previstas (hp), mas como existe absentismo (TA) e diferença entre horas previstas e realizadas (Tpe), torna-se necessário adicionar-se esses valores. Atendendo a que já existem técnicos de certificação com a formação necessária, subtrai-se esse valor, obtendo-se assim o número de horas necessárias a realizar por técnicos que necessitam de formação. O número de técnicos que deverão frequentar a Acção de Type Training é obtido pelo quociente do resultado atrás mencionado pelo número de horas realizáveis por um técnico (htc), tal como indicado na formula abaixo. As necessidades de formação (NF) são expressas em colaboradores (o nº que deverá ser enviado para formação).

A fórmula apresentada é uma proposta para simplificar este processo a quem for responsável por esta tarefa, libertando-o para outros trabalhos, como é o caso dos coordenadores de produção que ficam com mais liberdade para executarem as tarefas de coordenação de pessoal.

$$NF = \frac{hp + hp * (TA + Tpe) - hd}{htc}$$

Em que:

NF= Necessidades de Formação

hp = Horas Previstas

TA= Taxa de Absentismo do ano anterior

Tpe= Razão entre horas previstas e realizadas no ano anterior

hd= Horas disponíveis

htc= Horas realizáveis por um colaborador para o ano seguinte

De início utilizam-se, para as variáveis *Taxa de Absentismo* e *Razão entre horas previstas e realizadas*, os valores do ano anterior, até haver um histórico que permita fazer uma previsão.

Para o período em questão, o valor apurado por esta fórmula, para o tipo de avião A320, é de 58.747 horas x homem antes da divisão pelas horas realizáveis de um colaborador. Como as horas necessárias para este período foram 51.320 em A320, esta previsão seria mais do que suficiente para fazer face às necessidades de produção. Isto revela que para o total de 103.477 horas disponíveis não seria necessário enviar nenhum colaborador para formação em A320.

A referida fórmula pode ainda ser aperfeiçoada somando o número de colaboradores que têm as saídas programadas (*Tsp*) para o ano seguinte ao da formação, obtendo-se a seguinte fórmula (que não foi tida em conta nos cálculos efectuados por não ter havido acesso a esses dados e por não ter sido considerado necessário para a sua compreensão):

$$NF = \frac{hp + hp * (TA + Tpe) - hd}{htc} + Tsp$$

### **5.5.3 Sugestão de Melhoria 3 – Formação como Situação Excepcional de Sobrecarga de Trabalho**

As constantes revisões ao planeamento das acções de formação, como referido anteriormente, podem ser reduzidas. Apenas uma pequena alteração necessita de ser efectuada nos procedimentos no local de trabalho do formador: considerar a formação como uma situação excepcional de sobrecarga de trabalho. Isto poderá reduzir os pedidos de alteração por indisponibilidade a uma Acção previamente agendada.

### **5.5.4 Sugestão de Melhoria 4 – Gestão de Formadores**

Em relação aos formadores, e para que seja mais simples e eficaz a sua gestão, sugere-se que se construa uma base de dados que permita a sua consulta por qualquer campo, tanto por indivíduo, como pela qualificação. Isto facilitará a gestão das suas competências/qualificações, o que, aquando das auditorias, poderá evitar o aparecimento das não-conformidades, como por exemplo um CAP não renovado, formação contínua obrigatória não recebida, entre outras.

## Capítulo 6 - Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as conclusões deste estudo e é feita uma reflexão sobre a metodologia Six Sigma no âmbito da formação em manutenção. São abordadas ainda neste capítulo sugestões de novos estudos no âmbito deste trabalho.

### 6.1 Conclusões

Este estudo teve como finalidade a demonstração da aplicabilidade da metodologia *Six Sigma* ao ambiente da formação profissional aeronáutica e de como as fases D-M-A-I-C, fruto da sistematização por elas estimulada, se adaptam ao ambiente estudado.

Mesmo sem a implementação integral da metodologia *Six Sigma* foi possível verificar as suas potencialidades no diagnóstico, identificação, quantificação, análise e melhoramento de um processo de formação e na quantificação de perdas e ganhos financeiros.

Ficou demonstrado com este estudo que pequenas alterações estruturais e processuais são eficazes e que, recorrendo a pequenos investimentos, as mesmas permitem ganhos consideráveis.

Este estudo permitiu concluir que:

- Esta metodologia permitiu verificar que o contributo da Acção Type Training para o desempenho dos colabores da M&E é de 16% e 19%, para a Qualidade do Trabalho e para a Competência Técnica, respectivamente (para um nível de significância de 90% e um erro máximo de 9% da amostra (ver ponto 5.3.2)). Verificando-se esta percentagem, não seria de excluir a hipótese de que o número de horas de formação actual poderá ser excessivo em relação aos benefícios que traz à Empresa. A redução para 150 horas (o mínimo indicado na Circular de Informação Aeronáutica) poderia ser vantajoso, já que proporcionaria um ganho de cerca de 35.000€ por cada Acção de Type Training em A320 (que, num caso extremo, poderia atingir verbas superiores a 350.000€/ano – ver ponto 5.5.1).
- Com base numa fase inicial acrescentada neste estudo (ver Capítulo 4), detectou-se um número de revisões aos planeamentos das acções desproporcional à duração das mesmas. Esta utilização dos recursos gera desperdício, tanto em horas de trabalho como em recursos financeiros (ver ponto 5.3.3 e Anexo I). Concluiu-se que uma das causas

geradoras das revisões ao planeamento se deve ao facto de as áreas profissionais em que estão inseridos os formadores não preparem as ausências dos mesmos para formação, como o fazem para outras situações de ausência, não considerando as Acções de Formação como uma situação de sobrecarga excepcional de trabalho (ponto 5.3.3).

- O presente estudo permitiu concluir que a sobreposição de Acções de Formação é uma situação frequente gerada pela grande afluência de formandos, podendo esgotar os recursos e capacidade da entidade formadora na sua totalidade e forçando à sobreposição das Acções de Formação.
- A sobreposição das Acções de Formação poderá ainda resultar na ausência de colaboradores/formandos e formadores no seu lugar de trabalho regular. Esta situação poderá criar um outro problema: a ausência de muitos colaboradores em formação em simultâneo (ascendendo, em determinados períodos de tempo, a 10% do total de colaboradores TMA's – ver figura 5.6 e ponto 5.3.4), aliada ao absentismo, poderá criar uma falsa sensação de falta de colaboradores, fazendo com que se levante a falsa necessidade de enviar para formação ainda mais colabores.
- Constatou-se que não existe um levantamento estruturado das necessidades de formação, dando origem a que, no caso particular da GM, o número de horas x Homem certificadas disponíveis tenha sido muito superior ao número de horas x Homem necessárias (ponto 5.3.5). Isto é, o número de colaboradores enviado para formação sem necessidade gerou um custo adicional (valores médios reais de 2009) superior a 548.000€ (ponto 5.4.2). A aplicação da fórmula sugerida no ponto 5.5.2 poderá permitir uma redução significativa destes custos, permitindo aproximá-los da necessidade real.
- O nível de Qualidade Sigma actual na TAP MTO está entre os  $2\sigma$  e os  $2,5\sigma$ , significando que o nível de eficácia em relação aos requisitos dos clientes é inferior a 80% (Anexo III e ponto 4.3.3.4). Estes 80% representam, de acordo com a tabela 2.2, um insucesso superior a 184.000 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO). Segundo a tabela 2.2, os custos actuais da não qualidade poderão ser superiores a 40% dos custos totais da MTO. Considerando que o  $6\sigma$  almeja 3,4 DPMO, as medidas sugeridas poderiam aproximar a Organização destes valores, reduzindo custos e aumentando a eficiência.
- Não foi possível avaliar a Competência dos Formadores (que se revelou ser a característica com mais pontuação na matriz de correlações – ver ponto 5.2.4.2 e tabela 5.4) por não haver forma de aceder aos dados necessários em tempo útil. Isto deveu-se ao facto de não ser possível, na base de dados existente, fazer uma pesquisa que não

fosse por nome ou número, significando que seria necessário ver formador a formador, o que se revelou inexecutável atendendo ao período disponível para elaboração deste estudo. Sugere-se assim o desenvolvimento de uma base de dados que permita fazer pesquisas por diferentes campos, o que permitiria ao Departamento da Formação Profissional gerir com mais eficácia as competências dos formadores (ver pontos 5.3.3 e 5.5.4).

- Verificou-se que existe discrepância entre os objectivos dos Coordenadores de Produção e a Alta Chefia:
  - O objectivo da Alta Chefia é *“que em cada momento o colaborador adquira a formação necessária para o trabalho que desempenha”*;
  - O objectivo dos Coordenadores de Produção é *“que todos os colaboradores tenham, no mínimo, um curso completo”*.

Pretendia-se, com este estudo, testar a utilização da metodologia *Six Sigma* no âmbito da Formação em Manutenção Aeronáutica. Para o efeito, aplicaram-se os passos DMAIC, verificando-se que é possível implementar a metodologia *Six Sigma* numa Entidade que ministra formação em manutenção aeronáutica sem que haja conflito com a estrutura orgânica da Organização (porque não perturba o seu funcionamento normal), antes, envolvendo no processo de melhoria todos os Órgãos e Quadros da Empresa, desde o topo até ao cargo mais baixo.

A sistematização e ciclicidade dos passos DMAIC (intrínsecos à metodologia *Six Sigma*) poderiam melhorar os processos de uma forma contínua, ininterruptamente, sendo naturalmente aplicados de projecto em projecto.

Verificou-se ainda que a aplicação do *Six Sigma* é possível mesmo sem o recurso a grandes investimentos financeiros, como se pode verificar pelas alterações sugeridas neste estudo, que permitem uma redução de custos substancial sem implicar um investimento significativo.

A metodologia *Six Sigma* poderia permitir, quando aplicada a uma entidade de formação em manutenção aeronáutica e com o recurso a pequenas alterações identificadas através dos passos DMAIC, a obtenção de grandes benefícios.

## Bibliografia

- Anbari, F.T., (2002), *“Six Sigma method and its applications in project management”*.  
In: Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminar and Symposium. San Antonio, Texas.
- Angeloni, Maria Terezinha (2003), *“Organizações do Conhecimento: Infra-estrutura, Pessoas e Tecnologia”*, São Paulo: Saraiva.
- Basu, Ron (2009), *“Implementing Six Sigma and Lean: A practical guide to tools and techniques”*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Bendell, T. (2006), *“A review and comparison of Six Sigma and the lean organizations”*,  
The TQM Magazine, Vol. 18 No. 3, pp. 255-62.
- Benedetto, A.R. (2002), *“Adapting manufacturing-based six sigma methodology to the servisse environment of a radiology film library”*, Journal of Healthcare Management, Vol.48 No. 4, pp.263-80.
- Bhola, H.S. (1985), *“Some curricular aspects of post-literacy and continuing education of neo-literates”*, in Dave, R.H., Perera, D.A. and Ouane, A. (Eds), Learning Strategies for Post-literacy and Continuing Education: A Cross-national Perspective, Unesco Institute for Education, Hamburg.
- Breyfogle III, F.W., Meadows, B. (2001), *“Bottom-line success with Six Sigma”*, Quality Progress, 4 no.5, pp. 101-104.
- Breyfogle III, Forrest W., Cupello, James M., Meadows, Becki (2001), *“Managing Six Sigma: A practical guide to understanding, accessing, and implementing the strategy that yields bottom-line success”*, Wiley Inter-Science.
- Cavalcanti, Marcos (2001). *“Gestão de Empresas na Sociedade do Conhecimento”*. Ed. Campus.
- Cavalcanti, Marcos.; Gomes, Elizabeth (2001), *“Inteligência Empresarial: Um novo modelo de gestão para a nova economia”*, Association Congress Toronto, Canadá.

Cavalcanti, Marcos.; Gomes, Elizabeth.; Neto, A Pereira (2001), “*Gestão de Empresas na Sociedade do Conhecimento: um roteiro para a acção*”. Rio de Janeiro: Campus.

CIA 08-09 de 28 de Março, Instituto Nacional de Aviação Civil acedido em 14/ 05/ 2010, em: [http://www.inac.pt/vpt/generico/informaçãoaeronautica/circularesinformaçãoaeronautica/Documents/cia\\_08\\_2006.pdf](http://www.inac.pt/vpt/generico/informaçãoaeronautica/circularesinformaçãoaeronautica/Documents/cia_08_2006.pdf)

Davenport, T.H.; Prusak, L. (1998). “*Working knowledge: how organizations manage what they know*”, Boston: Harvard Business School Press.

Departamento da Qualidade (2008), “*Manual da Organização da Manutenção*”, TAP M&E, Lisboa.

Departamento da Qualidade (2005), “*Maintenance Training Organisation Exposure*”, TAP MTO, Lisboa

Departamento de Recursos Humanos (2008), “*Balanço Social 2008*”, TAP , Lisboa, pp.1-6.

Dong P. W., Quan L., Li M. X. (2007), “*Process Modeling and Evaluation of Process Reengineering*”, Journal of Harbin Institute of Technology, Vol.35, No.1, pp.15-21.

Eckes, George (2001), “*A revolução seis sigma – o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro*”. Rio de Janeiro: Campus.

Fernandes, A. (2001). “*Administração Inteligente*”. São Paulo. Editora Futura.

Fitzsimmons, J.A. and Fitzsimmons, M.J. (1994), “*Service Management for Competitive Advantage*”, McGraw-Hill, Inc., New York, NY.

George, Michael L, Rowlands, David, Price, Mark e Maxey, John (2005), “*The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity*”, McGraw-Hill.

- George, Michael L. (2003), "*Lean Six Sigma for Service: Conquer complexity and achieve major cost reductions in less than a year*", McGraw-Hill.
- George, Mike, Rowlands, Dave e Kastle, Bill (2004), "*What is Lean Six Sigma?*", McGraw-Hill.
- Gijo, E. V. and Rao, Tummala S. (2005), "Total Quality Management & Business Excellence", 1478-3371, Volume 16, Issue 6, pp721 – 725.
- Grönroos, C. (1990), "*Service Management and Marketing*", Lexington Books, Lexington, MA.
- Gwiazda, A. (2006), "*Quality tools in a process of technical project management*". Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Acedido a 17 de Agosto 2010 em: [http://www.journalamme.org/papers\\_amme06/1227.pdf](http://www.journalamme.org/papers_amme06/1227.pdf).
- Hamblin, A. C (1974), "*Evaluation and control of training*", Bukshire: McGraw-Hill.
- Hensley, Rhonda L. and Dobie, Kathryn (2005), "*Assessing readiness for six sigma in a service setting*", Managing Service Quality, Vol. 15 No. 1, pp. 82-101.
- Ho, Siong Li (2006), "*Six Sigma and Educational Excellence*", IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology.
- Harry, Mike and Schroeder, Richard (2005), "*Six sigma: The break through management strategy revolutionizing the world's top corporations*", Currency Book published by Doubleday.
- Klefsjo, B., Wiklund, H., Edgeman, R. L. (2001), "*Six sigma seen as a methodology for total quality management*", Measuring Business Excellence, v.5, n.1, pp.31-35.
- Kwak, Y.H., Anbari, F.T., 2006, "*Benefits, ibstacles and future of Six Sigma*". Technovation: The International Journal of Technological Innovation, Entrepreneurship and Technology Management 26 (5-6), pp.708-715.

- Leal R.P., Oliveira P., Dias J. M., Pereira Z. L. (2005), “*Training needs in TQM: the Portuguese perspective*”, Enterprise and Work Innovation Studies, No. 1, pp.65-74, IET, Monte de Caparica, Portugal.
- Locke, John (1978), “*Ensaio Acerca do Entendimento Humano*”, Trad. Anoar Aiex. São Paulo: Editora Abril.
- Lovelock, C. and Gummesson, E. (2004), “*Whither services marketing? In search of a new paradigm and fresh perspectives*”, Journal of Service Research, Vol. 7 No. 1, pp. 20-41.
- Man, John (2002), “*Six Sigma and lifelong learning*”, Work Study, Volume 51, no. 4, pp. 197-201, MCB UP Limited.
- Mizuno, S. (1993), “*Gerência para melhoria da Qualidade - As sete novas ferramentas de controle da Qualidade*”, Editora LTC. Rio de Janeiro.
- Pereira, Maria José Lara de Bretãs (1997), “*Faces da Decisão: as mudanças de paradigmas e o poder da decisão*”, São Paulo: Makron Books.
- Pereira, Z. e Requeijo, J. (2007). “*Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*”. Editora Prefácio. Lisboa
- Portaria nº 504/94 de 6 de Julho, *Diário da República nº 154/94* – Série I-B, Ministério da Educação, Lisboa.
- Pyzdec, Thomas (1999), “*The complete guide to six sigma*”, pp.431, Quality Publishing, Tucson, AZ.
- Pyzdec, T. (2000), “*A revolução dos seis sigma*”. Revista Banas Qualidade, pp.38-43, de Maio.
- Rebelato, M. e Fernandes, J. (2006), “*Proposta de um método para integração entre QFD e FMEA*”, Gestão & Produção, Acedido a 17 de Agosto de 2010 em; <http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v13n2/31171.pdf>

Recursos Humanos, Gestão de Pessoal (2010), “*Manual do Processo – Sistema de Avaliação e Potencial*”, TAP M&E, Lisboa.

REGULAMENTO (CE) N.º 2042/2003 DA COMISSÃO de 20 de Novembro, *JO L 315 de 28.11.2003*, pp.1-165, acessado em 07 de Junho de 2010, em: [http://www.inac.pt/vPT/Generico/LegislacaoRegulamentacao/LegislacaoSector/Documents/Aeronavegabilidade/regulamento\\_ce\\_2042\\_2003.pdf](http://www.inac.pt/vPT/Generico/LegislacaoRegulamentacao/LegislacaoSector/Documents/Aeronavegabilidade/regulamento_ce_2042_2003.pdf)

Reis E., Melo P., Andrade R., Calapez T. (2001). “*Estatística Aplicada Vol. 2*”, 4ª. Edição, Edições Sílabo, Lisboa.

Sang, Jinyan; Zhang, Yinghua; Qi, Zhenfa (CCDC 2009), “*Empirical Study on the Application of 6Sigma to the Improvement of Servicing Process*”, Chinese Control Decision Conference.

Spiegel, Murray R. (1977), “*Probabilidade e Estatística*”, Coleção Schaum, Makron Books, Editora Brasil Ltda, São Paulo.

Veseley W. E., Goldberg F. F., Roberts N. H., Haasl D. F. (1981), “*Fault Tree Handbook*”, Systems and Reliability Research, Office of Nuclear Regulatory, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C. 20555.

Werkema, M. C. C. (2002). “*Criando a cultura seis sigma*” (Vol. 1, Série Seis Sigma). Rio de Janeiro: Qualitymark.

Wycoff, D.D. (1984), “*New tools for achieving service quality*”, Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly, Vol. 25, November, pp. 78-91 (reprinted (2001), Vol. 42, August, pp. 25-38).

Yang, K. e El-Haik, B.(2009), “*Design for Six Sigma – A Roadmap for Product Development*”, 2ª Edição. McGraw-Hill, Boston.

## Anexos

### Anexo I – Tempo consumido nas 5 revisões ao Planeamento da Acção Type Training A30MA901

**Planeamento Type Training: A30MA901**

Revisões

	In		Out		Total	
	<b>h</b>	<b>m</b>	<b>h</b>	<b>m</b>	<b>h</b>	<b>m</b>
<b>Dia 1</b>	14	30	15	30	1	0
	15	40	15	45	0	5
	15	50	16	0	0	10
	17	0	17	30	0	30
	17	45	19	3	1	18
<b>Dia 2</b>	11	30	12	30	1	0
	15	30	16	15	0	45
	16	54	17	25	0	31
	18	20	19	30	1	10
<b>Dia 3</b>	11	0	12	15	1	15
	14	0	14	35	0	35
	18	0	19	15	1	15
<b>Dia 4</b>	10	45	12	30	1	45
	14	20	16	10	1	50
	17	0	19	45	2	45
<b>Total</b>					<b>15</b>	<b>54</b>

## Anexo II – Tabela de conjunto de incidentes que deram origem aos requisitos

1	Era preferível que a formação teórica do hangar fosse nas alturas de menos carga de trabalho (meses de verão jun-set)
2	Deveria haver mais coordenação com produção Evitar que as acções se sobreponham (leva a que faltem colaboradores das 2 acções) O ideal formar sem desviar pessoal
3	A duração da formação o mínimo possível para reduzir o tempo de ausências no local de trabalho Type Training demasiado longo Cursos novos no mínimo tempo possível Aulas curtas para certas matérias e compridas para outras
4	A GM mexe pouco com cockpit (têm poucos conhecimentos de cockpit) Falta formação prática em cockpit
5	Ainda existem pessoas sem os 3 módulos necessários à certificação (principalmente os mais velhos) Todos os colaboradores com pelo menos uma certificação completa Pelo menos um curso por pessoa Sem type training não é possível assinar documentação Possibilidade da rotação de pessoal (entre-ajuda)=> mais polivalência Faltam cursos B1 para B2 e vice-versa Faltam mais cursos para retirar limitações Existem poucos cursos para retirar limitações
6	Deveria ser concebida de modo a saber se que existe equipamento disponível e às vezes não há Existe desfasamento entre teórica e prática (temporal) Muito tempo de separação entre a formação e trabalhar no avião OJT ser no fim dá origem a esquecer a teoria antes do OJT
7	O on-job-training deveria ser em contexto de trabalho Foi concebida para pessoas em ambiente de hangar Respeitar as horas mas vocacionado para situações mais específicas Inspeções de linha deveriam ter um OJT específico para transmitir pormenores que rentabilizem o trabalho OJT não é dado em contexto real de trabalho
8	<b>Custo muito elevado</b> <b>Considera-se um investimento</b>
9	Tem vindo a melhorar com as novas tecnologias (ex: VACBI) Equipamento melhorou e permite visualizar sistemas do avião e é melhor para a compreensão
10	Cadeiras desconfortáveis na sala de aula Mesas pouco ergonómicas
11	Manuais com muita palha Formação ainda é a debitar matéria
12	Ministrado por alguém experiente e em poucas horas em contexto de linha Formador com conhecimentos técnicos pré-definidos Formadores teóricos nalguns sistemas não estão à vontade Formadores com falta de conhecimento da realidade Formadores teóricos sem conhecimento prático Pessoas com muita experiência permitem assimilar melhor a matéria Formadores muito teóricos e não estão a par da prática Formação ainda é a debitar matéria

**Anexo III – Tabela de correspondência do nível de qualidade sigma com DPMO e Taxa de Sucesso**

Nível Sigma	DPMO	REND	Nível Sigma	DPMO	REND
6	3.4	99.9997%	3.4	28716.6	97.1283%
5.9	5.4	99.9995%	3.3	35930.3	96.4070%
5.8	8.5	99.9991%	3.2	44565.5	95.5435%
5.7	13.3	99.9987%	3.1	54799.3	94.5201%
5.6	20.7	99.9979%	3	66807.2	93.3193%
5.5	31.7	99.9968%	2.9	80756.7	91.9243%
5.4	48.1	99.9952%	2.8	96800.5	90.3200%
5.3	72.3	99.9928%	2.7	115069.7	88.4930%
5.2	107.8	99.9892%	2.6	135666.1	86.4334%
5.1	159.1	99.9841%	2.5	158655.3	84.1345%
5	232.6	99.9767%	2.4	184060.1	81.5940%
4.9	336.9	99.9663%	2.3	211855.4	78.8145%
4.8	483.4	99.9517%	2.2	241963.7	75.8036%
4.7	687.1	99.9313%	2.1	274253.1	72.5747%
4.6	967.6	99.9032%	2	308537.5	69.1462%
4.5	1349.9	99.8650%	1.9	344578.3	65.5422%
4.4	1865.8	99.8134%	1.8	382088.6	61.7911%
4.3	2555.1	99.7445%	1.7	420740.3	57.9260%
4.2	3467.0	99.6533%	1.6	460172.2	53.9828%
4.1	4661.2	99.5339%	1.5	500000.0	50.0000%
4	6209.7	99.3790%	1.4	539827.8	46.0172%
3.9	8197.5	99.1802%	1.3	579259.7	42.0740%
3.8	10724.1	98.9276%	1.2	617911.4	38.2089%
3.7	13903.4	98.6097%	1.1	655421.7	34.4578%
3.6	17864.4	98.2136%	1	691462.5	30.8538%
3.5	22750.1	97.7250%	-	-	-

### Anexo IV – Quadro do cálculo e comparação da avaliação da Qualidade do Trabalho e da Competência Técnica dos Colaboradores

n	Qualidade Do Trabalho					Capacidade Técnica				
	Avaliação			Comparação		Avaliação			Comparação	
	Prec	Ant	Post	Ant	Post	Prec	Ant	Post	Ant	Post
1	-0.72	0.98	0.63	1	0	-0.53	0.60	0.60	1	1
2	-2.93	-0.78	-0.31	1	1	-2.58	-0.84	-0.04	1	1
3	-1.67	-0.78	-0.31	1	1	-1.72	-1.56	-0.59	1	1
4	-0.40	-0.78	-0.31	0	1	-0.53	-0.43	-0.59	1	0
5	0.28	0.99	0.94	1	0	1.40	1.93	1.52	1	0
6	1.33	0.99	1.56	0	1	1.63	1.53	1.50	0	0
7	0.63	1.70	0.31	1	0	0.60	0.55	0.34	0	0
8	0.28	0.99	0.31	1	0	-0.12	1.24	0.34	1	0
9	0.98	-0.44	0.31	0	1	0.91	0.95	0.61	1	0
10	-2.18	-2.57	-2.17	0	1	-2.17	-2.39	-2.07	0	1
11	-0.07	-0.44	0.31	0	1	-0.74	-1.02	-0.28	0	1
12	-2.18	-2.21	-0.22	0	1	-1.45	-1.70	-0.28	0	1
13	-0.42	-0.44	0.66	0	1	-1.45	-1.02	0.61	1	1
14	-0.07	-0.44	0.37	0	1	-0.12	-0.43	0.07	0	1
15	-1.48	0.28	-0.81	1	0	-0.84	-0.43	-0.91	1	0
16	0.28	0.63	0.66	1	1	-0.12	0.55	0.34	1	0
17	-0.78	-0.44	0.95	1	1	-1.15	-0.43	0.88	1	1
18	0.63	0.99	1.54	1	1	0.60	-0.13	1.50	0	1
19	-0.78	-1.15	-0.22	0	1	-1.56	-1.80	-0.28	0	1
20	-1.13	0.28	0.37	1	1	-0.74	0.26	0.07	1	0
21	0.28	-0.08	0.95	0	1	-0.12	-0.13	0.61	0	1
22	0.28	-0.08	-0.22	0	0	-0.74	-1.02	-0.28	0	1
23	-0.07	0.99	1.54	1	1	-0.12	-0.43	0.97	0	1
24	-0.42	-1.50	-1.40	0	1	-0.12	-1.12	0.07	0	1
25	-1.83	-1.50	-0.52	1	1	-1.45	-1.12	-0.55	1	1
26	0.63	-0.79	0.07	0	1	0.91	-1.70	0.34	0	1
27	-1.83	-1.50	-0.22	1	1	-1.87	-1.70	-0.28	1	1
28	-0.78	-0.79	0.37	0	1	-1.87	-0.43	0.34	1	1
29	-0.07	-0.44	0.95	0	1	-0.12	-0.43	0.61	0	1
30	0.63	0.99	0.37	1	0	0.19	0.16	-0.02	0	0
31	0.28	-0.44	-0.22	0	1	-0.12	-0.43	-0.28	0	1
32	-2.18	-2.21	-1.10	0	1	-2.17	-2.39	-0.55	0	1
33	0.63	-0.44	0.07	0	1	-0.12	0.55	-0.28	1	0
34	-0.07	-0.44	0.37	0	1	-0.12	-0.43	0.97	0	1
35	0.63	0.99	0.95	1	0	0.60	0.55	0.61	0	1
36	-0.07	0.28	-0.22	1	0	-0.12	0.85	-0.28	1	0
37	0.63	-0.79	0.37	0	1	0.60	-0.43	0.34	0	1
38	-0.07	1.34	1.25	1	0	-0.12	0.26	0.61	1	1
39	0.28	-0.08	0.37	0	1	-0.12	-0.43	-0.02	0	1
40	-1.83	-0.79	0.37	1	1	-1.45	-1.12	0.34	1	1
41	-0.42	-0.79	0.37	0	1	-0.74	-0.72	-0.28	1	1
42	-1.83	-1.50	-0.22	1	1	-1.87	-1.70	0.61	1	1
43	-2.18	-2.21	-0.22	0	1	-1.45	-1.70	-0.28	0	1
44	-2.18	-1.86	-0.81	1	1	-2.17	-2.39	-1.44	0	1
45	-1.13	-0.79	-2.77	1	0	-0.84	-1.02	-2.07	0	0
46	-0.78	-0.44	0.37	1	1	-0.43	-0.43	0.34	0	1

n	Qualidade Do Trabalho					Capacidade Técnica					
	Avaliação			Comparação		Avaliação			Comparação		
	Prec	Ant	Post	Ant	Post	Prec	Ant	Post	Ant	Post	
47	-1.15	-1.86	-1.38	0	1	-1.41	-1.88	-1.77	0	1	
48	-0.44	0.00	0.99	1	1	-0.43	0.60	0.94	1	1	
49	-0.08	-0.31	-0.20	0	1	-0.72	-0.31	-0.24	1	1	
50	0.28	0.63	0.70	1	1	-0.43	0.88	0.40	1	0	
51	-2.21	-1.55	-0.20	1	1	-1.41	-0.31	-0.24	1	1	
52	-0.44	-0.31	-0.20	1	1	-0.43	0.97	0.04	1	0	
53	-0.44	-0.31	-0.20	1	1	-0.72	-0.31	-0.51	1	0	
54	-0.79	0.00	0.10	1	1	-1.12	-0.31	0.40	1	1	
55	-0.79	-0.31	-0.20	1	1	-0.72	-0.96	-0.24	0	1	
56	-0.79	-0.31	-0.20	1	1	-0.72	-0.96	-0.51	0	1	
57	-0.79	0.94	0.40	1	0	-1.41	0.33	-0.24	1	0	
58	-0.44	-0.31	-0.20	1	1	-0.43	-0.96	-0.24	0	1	
59	-0.44	-0.62	-0.49	0	1	0.26	0.05	-0.51	0	0	
60	-0.08	0.00	0.10	1	1	-0.43	-0.31	0.04	1	1	
61	0.99	-0.31	-0.49	0	0	-0.43	-1.23	-0.51	0	1	
62	-0.44	0.00	-0.49	1	0	-0.13	0.24	-0.51	1	0	
63	0.28	0.00	0.40	0	1	-0.43	-1.23	-0.24	0	1	
64	-1.50	-0.31	-0.20	1	1	-1.70	-0.96	-0.24	1	1	
65	0.99	1.56	1.59	1	1	-0.13	1.52	1.57	1	1	
66	-0.44	-0.31	-0.20	1	1	-0.43	-0.31	0.04	1	1	
67	-0.08	0.00	0.70	1	1	-0.72	-0.31	-0.24	1	1	
68	0.99	1.25	0.70	1	0	0.26	0.24	1.03	0	1	
69	-0.08	1.25	1.29	1	1	-0.13	0.60	1.30	1	1	
70	-0.79	0.94	0.99	1	1	-0.43	0.33	0.40	1	1	
71	-0.44	-0.31	1.59	1	1	-0.43	0.33	0.67	1	1	
72	-1.15	-0.62	-1.09	1	0	-1.70	-1.23	-1.14	1	1	
73	-0.79	-0.31	-0.20	1	1	-0.72	-0.31	0.67	1	1	
			Nº Suc.=	45	57				Nº Suc.=	40	54
			Prop.=	0.62	0.78				Prop.=	0.55	0.74
				Dif=	0.16					Dif=	0.19

Continuação da tabela do anexo VI referente ao Quadro do cálculo e comparação da avaliação da Qualidade do Trabalho e da Competência Técnica dos Colaboradores

**Anexo V – Valores Hora x Homem em Euros (em 2009)**

**Valores Hora x Homem em Euros (valores de 2009)**

Custo hora da ausência do TMA	23.70
Custo hora da Formação	26.59
Custo hora da ausência do formador*	32.21
Valor hora da compensação do Formador**	15.43

\* Média das categorias profissionais que exercem a actividade de formador

\*\* 1/160 Vencimento Base (média)+ Anuidades

## **Anexo VI – Definições de SQA e SEM**

### **SQA (Singapore Quality Award)**

O SQA (Singapore Quality Award) é o maior prémio nacional (de Singapura) de organizações que tenham alcançado o Business Excellence Standard, é concedido às organizações com sistemas de gestão e processos que permitam atingir excelentes níveis de excelência empresarial, em todas as áreas.

Os vencedores do SQA são frequentemente referenciados como sendo organizações “world-class”, uma vez que o Prémio é aferido de acordo com os critérios de outros prémios internacionais de qualidade, tais como:

- Malcolm Baldrige, o Prémio Nacional da Qualidade
- Prémio Europeu de Qualidade
- Prémio de Excelência Empresarial da Austrália

### **SEM (School Excellence Model)**

O School Excellence Model (SEM) foi desenvolvido pelo Institut of Shooll Excellence em 2005 como resultado de pesquisas conduzidas entre 1994 e 1999 pela Universidade do Texas em Austin, Texas, e de experiências/conhecimento ganho pela implementação de uma estrutura de melhoria sistémica escolar avançada pelo Dr. John Champlin, Director Executivo do Quality Learning Institute.

O School Excellence Model delinea claramente acções sequenciais e sistémicas, suportadas por pesquisa, que devem ser implementadas de modo a criar ambientes de aprendizagem de elevada performance que sirvam eficazmente todos os estudantes, pessoal docente e restantes colaboradores.

## **Anexo VII – Definições de algumas das ferramentas mais utilizadas no Six Sigma**

**Brainstorming** - é uma técnica utilizada para encorajar o pensamento criativo e o trabalho em equipa, com o fim de gerar o maior número de ideias para um determinado problema. Tem como principal objectivo substituir o pensamento crítico pelo pensamento criativo, permitindo ideias livres de dogmas e paradigmas (Basu, 2009).

**Ciclo PDCA (Plan-Do-Control-Act)** – O ciclo PDCA foi desenvolvido pelo Dr. W.E. Deming e refere-se ao planeamento da mudança e definição de padrões, fazendo a mudança acontecer, controlando e verificando que o que está a acontecer é realmente o que se planeou e tomando as acções de correcção por forma a alcançar os padrões definidos (Basu, 2009).

**Controlo Estatístico de Processo (SPC)** - é uma ferramenta da qualidade que permite monitorizar o comportamento do processo através de cartas de controlo estatístico, reduzir a variabilidade e determinar, a partir de estimativas dos parâmetros do processo, se é capaz de produzir de acordo com as especificações pré-definidas (Pereira e Requeijo, 2007).

**Critical-to-Quality (CTQ)** - permite desdobrar e identificar os elementos de um produto ou processo, considerados críticos, quando o seu impacto sobre os requisitos do cliente, o desempenho, a qualidade e a confiança são relevantes (Gijo e Rao, 2005).

**Design Of Experiments (DOE)** (ou Desenho de Experiencias) – é uma série de técnicas que envolve a identificação e o controlo de variáveis ou parâmetros (denominados ‘factores’) que têm impacto potencial na saída (denominada ‘resposta’) do processo com o objectivo de otimizar o processo. A experiência normalmente envolve a selecção de duas ou mais valores (denominados ‘níveis’) destas variáveis e de seguida fazer correr o processo com estes níveis. A cada experiência corrida dá-se o nome de ‘ensaio’ (Basu, 2009).

**Diagrama de Afinidades** - é uma ferramenta da qualidade que permite encontrar soluções em contextos pouco claros, confusos e desordenados (Mizuno, 1993), agrupando ideias sobre determinado problema segundo afinidades e relações. Conota-se como uma ferramenta de *brainstorming* que colecciona um grande número de ideias, opiniões, informações e organiza estes dados, agrupando através de um relacionamento natural.

**Diagrama de Ishikawa ( ou Causa-Efeito)** - é uma ferramenta da gestão da qualidade. O uso desta ferramenta permite compreender as relações entre as causas de um determinado problema e analisar o seu efeito. Focada principalmente, no trabalho em grupo, esta ferramenta permite uma visão simples e eficaz de inúmeras ideias que possam conduzir a um efeito. Também conhecida como o diagrama em forma de peixe, necessita, fundamentalmente, da

criação de 3 categorias: i) causas principais (espinhas), ii) sub-causas (ramificações das espinhas) e iii) efeito (Gwiazda, 2006).

**Diagrama de Pareto** – Wilfredo Pareto foi um economista italiano do século XIX que observou que 80% da riqueza era detida por 20% da população. Este fenómeno pode muitas vezes ser encontrado nos problemas da Qualidade. É uma ferramenta gráfica que permite classificar e diferenciar os problemas/ defeitos por ordem de importância. Fazendo valer o seguinte: só porque um problema/ defeito ocorre muitas vezes não significa que seja o mais dispendioso que outro que ocorre menos vezes (Basu, 2009).

**Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)** - é uma ferramenta proactiva, uma técnica de planeamento da qualidade que permite a identificação e prevenção de erros nos processos antes de eles ocorrerem. É vista como uma forma sistemática de examinar um processo, visando a detecção de possíveis modos de falha permitindo, posteriormente, o redesenho dos mesmos, eliminando as possibilidades de falhas (Rebelato e Fernandes, 2006).

**Histograma** – é um gráfico de frequência de ocorrências descritivo e de fácil interpretação. É um gráfico de barras verticais cuja altura de cada uma representa a frequência de uma dada ocorrência (Basu, 2009).

**Matriz de Prioridades (GUT)** é uma forma de tratar problemas com o objectivo de estabelecer um ranking de prioridades, levando em conta (Gomes, 2006):

- a) Gravidade (G): impacto que o problema pode gerar;
- b) Urgência (U): relação com o tempo disponível ou necessário para a resolução do problema;
- c) Tendência (T): potencial crescimento do problema.

**Modelo de Kano** - Desenvolvido na década de 80 pelo Professor Noriaki Kano, o modelo de *Kano* é uma ferramenta efectiva na categorização dos requisitos dos clientes e ajuda a compreender a natureza desses requisitos. O modelo permite avaliar e distinguir atributos de um produto ou serviço como essenciais, diferenciáveis e atractivos, produzindo uma matriz de correlação entre os atributos (Yang e El-Haik, 2009; Xie *et al.* 2000; Tan *et al.* 2004).

**Project Charter** – é um documento de trabalho para a definição dos termos de cada projecto Six Sigma. Este documento consegue que um projecto seja bem sucedido por especificar os recursos e limites necessários que tornam certo o seu sucesso (Basu, 2009).

**QFD** – é uma abordagem sistemática de determinação das necessidades dos clientes e as características do produto/ serviço que vão de encontro ou têm mais peso na satisfação dessas necessidades (Basu, 2009). O QFD pode ser definido como uma conversão dos requisitos do

consumidor em características tangíveis e intangíveis de qualidade de um produto ou serviço. A qualidade global do produto/serviço será formada através de uma rede de relações entre requisitos do consumidor e características do produto/serviço. Este relacionamento é efectuado através de um conjunto de matrizes que permitem a transformação dos requisitos em características (Hauser, R. e Clausing, D. 1988).

**SIPOC** - *Suppliers, Inputs, Process, Output, and Customers* (SIPOC) é considerado uma das mais importantes ferramentas da metodologia *Six Sigma*, permitindo de modo simples identificar a totalidade de um processo desde o início ao fim. Este tipo de mapeamento permite compreender todo o processo, identificar áreas de potenciais melhorias. Esta ferramenta permite enquadrar outras ferramentas como, por exemplo, a ferramenta *Voice of the Customer* (VOC) que permite a identificação das necessidades dos clientes na fase *Customers* do diagrama SIPOC (George et al., 2005).

**Voice-of-the-Customer (VOC)** – é uma ferramenta que tem como objectivo identificar quais as preocupações dos clientes, definir prioridades e objectivos em consonância com as necessidades dos clientes e determinar quais as necessidades dos clientes se podem satisfazer com sucesso trazendo proveito para a empresa (George et al., 2005).

**Apêndice A – Tabela de Valores Críticos de z para testes unilaterais e bilaterais**

**Tabela de Valores Críticos de z para testes unilaterais e bilaterais**

<b>Níveis de Significância <math>\alpha</math></b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	<b>0.005</b>	<b>0.002</b>
<b>Valores Críticos de z para testes unilaterais</b>	-1.28 ou 1.28	-1.645 ou 1.645	-2.33 ou 2.33	-2.58 ou 2.58	-2.88 ou 2.88
<b>Valores Críticos de z para testes bilaterais</b>	-1.645 e 1.645	-1.96 e 1.96	-2.58 e 2.58	-2.81 e 2.81	-3.08 e 3.08

(Fonte: Spiegel, 1977)