



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

# Aplicação de Metodologias *Lean* em Aeronáutica

José Luís Serra Ferreira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Aeronáutica**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Professor Doutor José Manuel Lourenço da Saúde  
Co-orientador: Engenheiro Nuno Soares TAP ME

Covilhã, Outubro de 2011

Folha em branco

# Agradecimentos

A concretização da presente dissertação de mestrado só foi possível graças ao contributo de diversas pessoas e instituições. Como tal, gostaria de agradecer a todos que tornaram possível a realização do presente trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor José Manuel Lourenço da Saúde, pela iniciativa deste trabalho, pelo apoio e disponibilidade que sempre demonstrou e pela confiança depositada.

Ao Engenheiro Nuno Soares, coordenador do departamento de Transformação Organizacional da Transportes Aéreos Portugueses Manutenção e Engenharia (TAP ME) agradeço pelo apoio prestado, assim como a disponibilidade que sempre demonstrou no esclarecimento de qualquer dúvida. Gostava de agradecer também o facto de ele me tratar como parte integrante da Equipa de Melhoria Contínua sem nunca me excluir de qualquer actividade desenvolvida pela equipa.

Ao Engenheiro João Carrolo, elemento da área de Melhoria Contínua, pela confiança depositada e apoio prestado durante a realização da presente dissertação de mestrado. Para além do apoio técnico gostava de agradecer a amizade demonstrada pelo amigo Carrolo. Obrigado Carrolo.

Aos restantes elementos do departamento de Transformação Organizacional, Eng.<sup>a</sup> Ana Vieira, Eng.<sup>a</sup> Ana Bidarra, Eng.<sup>o</sup> Pedro Costa, Eng.<sup>a</sup> Ana Costa e Eng.<sup>o</sup> Duarte Pereira, a todos eles, um muito obrigado.

Agradeço aos Engenheiros, Carlos Silva, Tito Xavier, Humberto Baltasar e Pedro Rosa pelo facto de sempre me tratarem como um elemento da equipa de Melhoria Contínua ouvindo e pedindo a minha opinião.

Agradeço ao Sr. Guerreiro chefe da Logística e ao Sr. Ricardo da Manutenção de Componentes pela disponibilidade e paciência que sempre demonstram.

Agradeço às instituições Universidade da Beira Interior e à TAP todo o apoio concedido na elaboração do presente trabalho.

Agradeço ainda a todos os meus amigos pela paciência, apoio, e disponibilidade em ajudar ao longo da elaboração do presente trabalho. Em especial agradeço ao João, Christian, Ricardo, Tiago, Joaquim, Miguel, Carlos, Marta e Dayana.

Por fim, um agradecimento especial aos meus Pais pois foram eles que tornaram possível a elaboração da presente dissertação de mestrado.

Folha em branco

# Resumo

A presente dissertação de mestrado tem como principal tema a aplicação e o impacto da aplicação da metodologia *lean* no seio da empresa de manutenção aeronáutica Transportes Aéreos Portugueses Manutenção e Engenharia (TAP ME), Lisboa. A área responsável pela realização de projectos-piloto no âmbito do *lean* é a área de Melhoria Contínua pertencente ao departamento de Transformação Organizacional cujo coordenador é o Eng.º Nuno Soares.

A dissertação iniciou-se com um estudo sobre a metodologia *lean* através de uma revisão bibliográfica, revisão, essa, que consistiu na realização de um contexto histórico do *lean* seguido do estudo das técnicas e ferramentas utilizadas.

Finalizada a revisão bibliográfica foi efectuada uma apresentação da TAP ME e do departamento de Transformação Organizacional, sendo dado mais enfoque à área de Melhoria Contínua, onde foram abordadas metodologias trabalho e a sua evolução dentro da TAP ME.

Por fim, foi acompanhado um projecto-piloto relacionado com o que se designa de Ground Support Equipment (GSE). Este acompanhamento teve como principal objectivo analisar os resultados da aplicação da metodologia Lean nos GSE. No entanto, pela grandeza do projecto-piloto em causa este não se encontra finalizado à data de conclusão da dissertação. Nesta altura encontra-se realizado um inventário real e completo dos GSE presentes na TAP ME. Para além do inventário foi criada uma lista de necessidades por hangar, check e frota. Por fim, foi criada uma matriz “*Necessidades Versus Existências*” que correlaciona existências e aplicabilidades com as necessidades nos cenários (mais críticos e comuns), com as devidas combinações de equipamentos por hangar, frota e check.

## Palavras-chave

Lean, Desperdício, Valor, GSE, Manutenção, Melhoria Contínua

Folha em branco

# Abstract

This dissertation has as its main theme the application and impact of the implementation of the Lean Techniques at an MRO, that is, at TAP ME, Lisbon. The department responsible for carrying out projects in the area of Lean Techniques is the Continuous Improvement in the Organizational Transformation Department.

The dissertation began with a research on the methodology of the Lean techniques through a literature review, which consisted of a historical contextualization, followed by the study of the techniques and tools used.

Once the literature review was completed, a presentation of TAP ME and of the Organizational Transformation Department was carried out, focusing specifically in the area of Continuous Improvement, addressing their work methodologies and developments within TAP ME.

Finally, a project related to Ground Support Equipment (GSE) was also observed. This monitoring activity was aimed at analyzing the results of applying Lean Techniques on the management of GSE. However, due to the magnitude of the pilot project, this monitoring was not completed at the time of completion of the dissertation. However a high level of expectation applies to the expected results.

Following the application of Lean Techniques, presently there is a complete inventory of the existent GSEs used by TAP ME, information that did not exist until now. In addition to this inventory, a list of needs applicable to each type of maintenance check and to various fleets was also created. Finally, the “Needs Vs Stocks” matrix was created, which correlates stocks and its applicability with the needs in certain scenarios (the most common and critical), with appropriate combinations of equipment per hangar, fleet and aircraft maintenance check.

## Keywords

Lean, Waste, Value, GSE, Maintenance, Continuous Improvement

Folha em branco

# Índice

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Palavras-chave .....	v
Abstract .....	vii
Keywords .....	vii
Lista de Figuras .....	xv
Lista de Tabelas.....	xvii
Acrónimos.....	xix
Glossário .....	xxi
<b>Capítulo 1 - Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento do Tema .....	1
1.2. Objectivo do Estudo .....	2
1.3. Organização do Estudo .....	2
<b>Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>3</b>
2.1. Contexto Histórico - Da Produção Artesanal ao Lean .....	3
2.2. Lean.....	9
2.2.1. Desperdício.....	12
2.2.1.1. 3 MUs .....	13
2.2.1.2. 5 M + Q + S .....	13
2.2.1.3. Fluxo de Operações .....	13
2.2.1.4. Os sete desperdícios .....	15
2.2.1.4.1. Produção Excessiva .....	15
2.2.1.4.2. Esperas.....	17
2.2.1.4.3. Transporte .....	18
2.2.1.4.4. Processamento Excessivo .....	19
2.2.1.4.5. Inventário .....	20
2.2.1.4.6. Movimento .....	22
2.2.1.4.7. Reprocessamento .....	23
2.2.1.4.8. A Não Utilização do Potencial Humano.....	24
2.2.1.4.9. O Desperdício da utilização de Sistemas Inapropriados.....	25

2.2.1.4.10.	Desperdício de Energia .....	25
2.2.1.4.11.	Desperdício de Materiais .....	25
2.2.1.4.12.	Desperdício nos Serviços e Escritórios.....	25
2.2.1.4.13.	Desperdício do Tempo do Cliente .....	26
2.2.1.4.14.	Conclusão .....	26
2.2.2.	Princípios Lean .....	26
2.2.2.1.	Conclusão .....	29
2.2.3.	Casa Toyota .....	30
2.2.3.1.	Alicerce .....	31
2.2.3.1.1.	Ciclo PDCA .....	31
2.2.3.1.2.	Filosofia Toyota .....	32
2.2.3.1.3.	Gestão Visual .....	33
2.2.3.1.4.	Processos Estáveis e Normalizados.....	34
2.2.3.1.5.	Heijunka - Produção Nivelada .....	35
2.2.3.1.5.1.	Takt Time .....	35
2.2.3.1.5.2.	Heijunka .....	38
2.2.3.2.	Just In Time .....	41
2.2.3.2.1.	Introdução .....	41
2.2.3.2.2.	Trabalho em Fluxo Contínuo .....	41
2.2.3.2.3.	Kanban .....	42
2.2.3.2.4.	Pull Versus Push.....	45
2.2.3.2.5.	Mizusumashi .....	47
2.2.3.2.6.	Layout Celular.....	47
2.2.3.2.7.	Total Productive Maintenance.....	49
2.2.3.2.8.	Single Minute Exchange of Die.....	51
2.2.3.2.9.	Conclusão .....	52
2.2.3.3.	Jidoka .....	52
2.2.3.4.	Casa Toyota - Conclusão .....	53
2.2.4.	Ferramentas Lean.....	54
2.2.4.1.	Value Stream Mapping .....	54
2.2.4.2.	Os Cinco S .....	56

2.2.4.3.	Os Cinco Porquês .....	60
2.2.4.4.	Value Added Time .....	60
2.2.4.5.	Diagrama Spaghetti.....	62
2.2.4.6.	Diagrama de Pareto .....	63
2.2.4.7.	Diagrama de Dispersão.....	64
2.2.4.8.	Diagrama de causa e Efeito .....	65
2.2.4.9.	Cartas de Controlo .....	65
2.2.4.10.	Conclusão .....	65
2.2.5.	Indicadores de Produtividade .....	66
2.3.	Lean em Aeronáutica .....	68
2.4.	Comparação entre Metodologias .....	68
2.4.1.	Teoria da Restrições .....	69
2.4.2.	Six Sigma.....	69
2.4.3.	Kaizen Blitz.....	72
2.4.4.	Cinco S .....	72
<b>Capítulo 3 - Estado da Arte TAP ME .....</b>		<b>73</b>
3.1.	Apresentação Geral da TAP ME .....	73
3.2.	Melhoria Contínua.....	75
3.2.1.	Transformação Organizacional .....	75
3.2.2.	Melhoria Contínua .....	77
3.2.2.1.	Introdução .....	77
3.2.2.2.	Metodologia.....	78
3.2.2.3.	Ferramentas e Técnicas .....	83
3.2.2.4.	Etapas e Actividades .....	84
3.2.2.4.1.	Etapas e Actividades na Fase de Preparação .....	85
3.2.2.4.2.	Etapas e Actividades na Fase de Diagnóstico .....	86
3.2.2.4.3.	Etapas e Actividades na Fase de Desenho.....	87
3.2.2.4.4.	Etapas e Actividades na Fase de Planeamento.....	88
3.2.2.4.5.	Etapas e Actividades na Fase de Implementação .....	89
3.2.2.4.6.	Etapas e Actividades na Fase de Rool-Out .....	90
3.2.2.5.	Sugestões de Melhoria .....	90

3.2.2.6.	Projectos-Piloto Concluídos.....	91
3.2.2.6.1.	Expedição de Materiais .....	91
3.2.2.6.2.	Visual Management .....	93
3.2.2.6.3.	Follow Up de Compras .....	94
3.2.2.6.4.	A-Check A340 em 24 Horas.....	95
3.2.2.6.5.	Via TAT .....	95
3.2.2.6.6.	Antecipar Material.....	95
3.2.2.7.	Projectos-Piloto em Curso .....	96
3.2.2.7.1.	Mangas de Salvamento .....	96
3.2.2.7.2.	Planeamento de Prioridades .....	98
3.2.2.7.3.	Materiais em Closed Loop .....	98
3.2.2.7.4.	Circuito de Componentes.....	99
3.2.2.7.5.	Prevenção de Acidentes de Trabalho.....	99
3.2.2.7.6.	Utilização de PMAs .....	100
3.2.2.7.7.	Processo de Facturação.....	100
3.2.2.8.	Projectos-Piloto 5 S .....	101
3.2.2.8.1.	5 S no Grupo de Acessórios Mecânicos .....	102
<b>Capítulo 4 - Desenvolvimento</b> .....		<b>105</b>
4.1.	Manutenção Aeronáutica .....	105
4.2.	Introdução ao Projecto-Piloto .....	107
4.3.	Gestão dos GSE Críticos de Apoio de Hangar .....	109
4.3.1.	Preparação .....	109
4.3.2.	Diagnóstico.....	110
4.3.2.1.	Existências.....	110
4.3.2.2.	Necessidades .....	112
4.3.2.3.	Necessidades Versus Existências .....	113
4.3.2.3.1.	Necessidades Versus Existências - VAT .....	114
4.3.2.3.2.	VAT - Oportunidades de Melhoria .....	122
4.3.3.	Manutenção dos GSE.....	122
4.3.3.1.	Introdução - Manutenção de Equipamentos.....	122
4.3.3.2.	Manutenção de GSE - TAP ME.....	125

<b>Capítulo 5 - Conclusão</b> .....	127
5.1. Conclusões Finais .....	127
<b>Capítulo 6 - Bibliografia</b> .....	133
<b>Anexos</b> .....	137
Anexo 1 - Simbologia VSM .....	137
Anexo 2 - Questionários .....	139

Folha em branco

# Lista de Figuras

Figura 2.1 - Linha de montagem do Ford T. ....	5
Figura 2.2 - Exemplos de Stakeholders presentes numa Organização.....	11
Figura 2.3 - Os sete desperdícios.....	15
Figura 2.4 - Representação do desperdício associado à produção excessiva.....	17
Figura 2.5 - Representação do desperdício esperas.....	18
Figura 2.6 - Representação do desperdício transporte excessivo.....	19
Figura 2.7 - Representação do desperdício processamento excessivo. ....	20
Figura 2.8 - Analogia de excesso de stock com a água de um rio.....	20
Figura 2.9 - Representação do desperdício inventário. ....	22
Figura 2.10 - Representação do desperdício movimento.....	23
Figura 2.11 - Representação do desperdício reprocessamento.....	24
Figura 2.12 - Os Princípios lean revistos .....	28
Figura 2.13 - Edifício Toyota.....	30
Figura 2.14 - Exemplo de gestão visual utilizado na TAP ME .....	33
Figura 2.15 - Ciclo SDCA .....	35
Figura 2.16 - Exemplo de uma linha de produção .....	37
Figura 2.17 - <i>Heijunka</i> - Encomenda .....	39
Figura 2.18 - <i>Heijunka</i> - Abordagem tradicional.....	39
Figura 2.19 - <i>Heijunka</i> - Abordagem Nivelada .....	40
Figura 2.20 - <i>Heijunka Box</i> .....	40
Figura 2.21: Aplicação do sistema <i>kanban</i> .....	43
Figura 2.22 - <i>Kanban</i> de transporte.....	43
Figura 2.23 - <i>Kanban</i> de produção .....	44
Figura 2.24 - <i>Kanban</i> de fornecedor .....	44
Figura 2.25 - Sistema <i>Push-Pull</i> .....	46
Figura 2.26- Fluxo tradicional Vs fluxo celular .....	47
Figura 2.27 Célula em U .....	48
Figura 2.28 - Célula de Produção .....	48
Figura 2.29 - Base do TPM - Manutenção planeada .....	49
Figura 2.30 - Consequências das “Seis Grandes Perdas” .....	50
Figura 2.31 - Tempos de Produção.....	50
Figura 2.32 - SMED.....	51
Figura 2.33 - <i>Poka-Yoke</i> .....	52
Figura 2.34 - Porta de entrada para o <i>lean</i> .....	54
Figura 2.35 - Plano de realização do VSM.....	55
Figura 2.36 - Metodologia 5S.....	57
Figura 2.37 - Os Seis S .....	58

Figura 2.38 - Representação da aplicação 5 S .....	60
Figura 2.39 - Exemplo de um VAT utilizado na contabilização da utilização de equipamentos	61
Figura 2.40 - VAT utilizado para quantificar analisar actividades .....	61
Figura 2.41 - Exemplo da aplicação do <i>Spaghetti</i> .....	62
Figura 2.42 - Exemplo de um <i>Spaghetti</i> realizado na TAP ME .....	63
Figura 2.43 - Carta de Controlo .....	65
Figura 2.44 - Caracterização das várias ferramentas e técnicas lean.....	66
Figura 2.45 - Fases da gestão da produtividade .....	67
Figura 2.46 - Capacidade de um processo para alguns sigmas .....	71
Figura 3.1 - Organigrama da TAP ME .....	73
Figura 3.2 - Instalações TAP ME .....	74
Figura 3.3 - Interacção da Equipa de Melhoria Contínua.....	79
Figura 3.4 - Etapas standard de um processo de Transformação .....	80
Figura 3.5 - Etapas e principais actividades a desenvolver .....	80
Figura 3.6 - Folha de descrição de um projecto-piloto.....	85
Figura 3.7 - Processo de envio de material para o estrangeiro .....	92
Figura 3.8 - Novo processo de envio de material para o estrangeiro .....	92
Figura 3.9 - VSM do overhaul das <i>Mangas de Salvamento</i> .....	97
Figura 3.10 - Ferramenta do <i>Planeamento de Prioridades</i> .....	98
Figura 3.11 - Grupo de Acessórios Mecânicos Antes da Aplicação dos 5 S.....	102
Figura 3.12 - Grupo de Acessórios Mecânicos Depois da Aplicação dos 5 S .....	103
Figura 4.1 - Estrutura do Regulamento 2042.....	105
Figura 4.2 - Capacidade dos hangares da TAP ME .....	107
Figura 4.3 - Avião em Manutenção na TAP ME.....	109
Figura 4.4 - Armazém de equipamentos e ferramentas Antes dos 5 S .....	112
Figura 4.5 - Armazém de equipamentos e ferramentas Depois dos 5 S.....	112
Figura 4.6 - Distribuição dos aviões pelos hangares .....	114
Figura 4.7 - Exemplo da utilização de plataformas elevatórias na TAP ME .....	115
Figura 4.8 - Tipos de Manutenção .....	123
Figura 4.9 - Curva Tendência .....	124
Figura 4.10 - Curvas de Vida dos Equipamentos.....	124
Figura 4.11 - VSM do estado actual da Manutenção Curativa .....	126
Figura 4.12 - VSM do estado actual da Manutenção Preventiva.....	126

# Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Origem do <i>lean</i> .....	10
Tabela 2.2 - Tipo de Actividades.....	12
Tabela 2.3 - 5 M + Q + S e os possíveis desperdícios .....	14
Tabela 2.4 - Desperdício produção excessiva .....	16
Tabela 2.5 - Esperas.....	18
Tabela 2.6 - Transporte .....	19
Tabela 2.7- Processamento excessivo .....	19
Tabela 2.8 - Inventário .....	21
Tabela 2.9 - Movimento .....	22
Tabela 2.10 - Desperdício Reprocessamento .....	24
Tabela 2.11 - O Ciclo PDCA - Quatro partes e quinze Etapas.....	31
Tabela 2.12 - <i>Pull Versus Push</i> .....	46
Tabela 2.13 - Princípios e passos a ter em conta na elaboração de um VSM - Estado Actual ..	55
Tabela 2.14 - Passos a seguir na elaboração do VSM - Estado Futuro .....	56
Tabela 2.15 - Os Cinco S.....	57
Tabela 2.16 - Vantagens dos 5S .....	59
Tabela 2.17 - VAT - Realizado na Piloto Planeamento de Prioridades .....	61
Tabela 2.18 - Diagrama de Pareto .....	64
Tabela 3.1 - Certificações TAP ME .....	75
Tabela 3.2 - Etapas a cumprir na fase de preparação .....	85
Tabela 3.3 - Etapas a cumprir na fase de diagnóstico .....	86
Tabela 3.4 - Etapas a cumprir na fase de desenho.....	87
Tabela 3.5 - Etapas a Cumprir na fase de Planeamento.....	88
Tabela 3.6 - Etapas a Cumprir na fase de Implementação.....	89
Tabela 3.7 - Etapas a cumprir na fase de implementação .....	90
Tabela 3.8 - Actividades a desenvolver no tratamento de sugestões .....	91
Tabela 3.9 - Conclusões do projecto-piloto <i>Antecipar Material</i> .....	96
Tabela 3.10 - Prós e Contras da Aplicação dos 5 S no Grupo de Acessórios Mecânicos.....	102
Tabela 4.1 - GSE por família tipo e aplicabilidade .....	111
Tabela 4.2 - Cenários Comuns na Manutenção.....	113
Tabela 4.3 - Local, Avião e Check onde é Efectuada a VAT .....	115
Tabela 4.4 - Análise multipontos avião 1 .....	117
Tabela 4.5 - Análise multipontos avião 2 .....	118
Tabela 4.6 - Análise multipontos avião 3 .....	119
Tabela 4.7 - Análise multipontos avião 4 .....	120
Tabela 4.8 - Análise multipontos avião 5 .....	121

Folha em branco

# Lista de Acrónimos

APU	Auxiliar Power Unit; Unidade Auxiliar de Potencia
EASA	European Aviation Safety Agency
FAA	Federal Aviation Administration
FIFO	First In First Out
FPS	Ford Production System
GM	Grande Manutenção
GSE	Ground Support Equipment
HP	Hidráulicos e Pneumáticos
IE	Electrónica e Instrumentação
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil
JIT	Just In Time
KPI	Key Product Indicator
KPI	Key Performance Indicator
LAI	Lean Aircraft Initiative
LG	Logística
MA	Manutenção de Aviões
MB	Manutenção de Base
MC	Manutenção de Componentes
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MTBUR	Mean Time Between Failures
NTM	Normas Técnicas de Manutenção
NVA	Non-value added activities
P/N	Part Number
PDCA	Plan Do Check Act
PM	Pequena Manutenção
S/N	Serial Number
SMED	Single Minute Exchange of Die
TAP ME	Transportes Aéreos Portugueses
TAT	Turn Around Time
TMA	Técnico de Manutenção Aeronáutica
TO	Transformação Organizacional
TOC	Theory of Constraints
TPS	Toyota Production System
VA	Value Added Activities
VAT	Value Added Time
VSM	Value Stream Mapping

Folha em branco

# Glossário

## **Aeronavegabilidade**

Define-se aeronavegabilidade, o estudo que se faz da aeronave de modo a mantê-la navegável, em condições de segurança máxima e ao mínimo custo possível, tendo sempre em conta as suas limitações enquanto máquina e as limitações impostas pelos fabricantes e entidades aeronáuticas.

## **Aeronavegabilidade Permanente**

Todos os processos que asseguram que, a qualquer momento na sua vida operacional, a aeronave cumpra os requisitos de aeronavegabilidade vigentes e se encontre em condições que permitam a segurança do funcionamento.

## ***Andom***

Quadro ou dispositivo de controlo visual. Por exemplo, luzes *andom*, luzes utilizadas nas máquinas para alertar uma determinada falha.

## **Casa Toyota**

Taichini Ohno e Eiji Toyoda criaram o edifício Toyota como forma de explicar a evolução do sistema de produção da Toyota.

## ***Check***

Designa-se por *check* toda e qualquer inspecção grande, efectuada a uma aeronave.

## **Ciclo PDCA**

Ciclo desenvolvido por Walter Shewart e divulgado por W. Edwards Deming. O ciclo PDCA é uma sequência muito simples que serve de guia à melhoria contínua.

## **Componente**

Qualquer motor, hélice, peça ou equipamento.

## **Eficiência Global do Equipamento**

A Eficácia Global do Equipamento é maximizada pelos esforços em reduzir ou eliminar as “Seis Grandes Perdas” relacionadas com os equipamentos: (1) Falha/avaria do equipamento; (2) Perdas de tempo para mudança e ajustes; (3) Esperas ou pequenas paragens devidas a outras etapas do processo, a montante ou a jusante; (4) Redução da velocidade/cadência relativamente ao originalmente planeado; (5) Defeitos no processo (qualidade do produto); (6) Redução de eficiência no arranque e mudança de produto (não conforme ou desperdícios de materiais).

## **Família de Produtos**

Grupo de produtos que são alvo de passos produtivos similares e que são trabalhados por equipamento semelhante ao longo de todo o processo.

## **Filosofia Toyota**

A filosofia Toyota pode ser explicada através dos 4P (*Philosophy, People, Problem Solvin e Process*). Filosofia como base; O processo certo produzirá os resultados certos; Valorização da organização através do desenvolvimento dos seus funcionários e parceiros; A solução contínua da raiz dos problemas conduz à aprendizagem organizacional.

## **Five S's**

O termo 5S's tem origem em 5 palavras japonesas de 5 práticas que conduzem a uma área de trabalho limpa e agradável: (1) *Seiri*; (2) *Seiton*; (3) *Seiso*; (4) *Seiketsu*; (5) *Shitsuke*. Os seus objectivos passam pela simplificação do local de trabalho, a redução dos desperdícios, aumento de segurança e melhoria da qualidade.

## **Five Why's**

Designação atribuída à prática de Taiichi Ohno de perguntar *Why* (porquê) 5 vezes sempre que um problema era encontrado, de forma a ser descoberta a causa do mesmo, com

o objectivo de desenvolver e aplicar medidas para evitar a aparecimento do mesmo problema no futuro.

### **Gestão Visual**

“Quando existe um desvio do standard, este deve ser tornado óbvio, para que possam ser tomadas acções correctivas.”

O propósito da gestão ou controlo visual consiste em utilizar determinadas indicações visuais que tornem visíveis a toda a gente os inimigos da excelência operacional (desperdício, variabilidade e inflexibilidade), a fim de que se possam tornar de imediato acções correctivas.

### ***Ground Support Equipment***

Os *Ground Support Equipment* (GSE) incluem todos os equipamentos de apoio à manutenção de hangar, desde plataformas, a carros de energia, escadas, carros de remoção/apoio de motores, hélices, etc.

### ***Hard Time***

Tipo de manutenção de componentes em que a remoção dos últimos tem limites fixos e depende do tempo, número de horas de voo, horas de operação, tempo de calendário, número de ciclos, entre outros, seja para segregar ou para dar nova vida útil, após sujeito a determinado trabalho. É aplicada em particular a itens de equipamentos para os quais está comprovado, através de testes ou mesmo de experiência, que existe uma relação entre a idade e a fiabilidade e em que não há possibilidade de detectar a diminuição de desempenho.

### ***Heijunka***

Nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo. Isso permite que a produção atenda eficientemente às exigências do cliente, ao mesmo tempo que evita excesso de inventário, reduz custos, mão-de-obra e *lead time* de produção em toda a cadeia de valor.

## **Histórico**

Conjunto de informações sobre as unidades (*Part Number*, *Serial Number*, entre outros) que são armazenadas que permite obter dados como *Turnaround Time* e análises necessárias.

## **Inspecção Antes do Voo**

A inspecção executada antes do voo destina-se a assegurar que a aeronave está apta a efectuar o voo.

## ***Jidoka***

A filosofia do Jidoka defende que os defeitos devem ser eliminados na fonte e que a produção deve parar quando surge um determinado problema, evitando, desta forma a propagação do erro.

## ***Kaikaku***

Melhoria radical de uma actividade de forma a eliminar desperdício.

## ***Kaizen***

Palavra japonesa que significa melhoria contínua gradual, do que resultam resultados estáveis.

## ***Key Performance Indicator (KPI)***

Em português “Indicador-chave de desempenho” serve para medir o desempenho de um determinado processo.

## ***Lead Time***

Tempo total de produção de um determinado produto, desde o momento que entra no processo até que sai.

## ***Lean***

*Lean* pode ser definido como um conjunto de estratégias para identificar e eliminar desperdícios nos processos, nos produtos e na empresa, orientada para o Cliente. É uma mudança cultural na empresa.

## **Manutenção**

Qualquer revisão, reparação, inspecção, substituição, modificação ou rectificação de avarias, bem como qualquer combinação destas operações, executada numa aeronave ou num componente da aeronave, à excepção da inspecção antes do voo.

## **Manutenção**

Combinação de todas as acções técnicas administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinados a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.

## **Manutenção Correctiva**

Manutenção efectuada depois da detecção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida.

## **Manutenção de Base**

Considerada a “grande” Manutenção da aeronave. São normalmente manutenções programadas ou reparações/modificações de dimensão considerável. Requer a entrada da aeronave/motor em hangar. Pode ou não implicar a paragem da aeronave por longos períodos de tempo.

## **Manutenção de Linha**

A manutenção de linha é toda e qualquer manutenção efectuada no dia-a-dia da aeronave. Esta manutenção pode ser correctiva (problemas que vão surgindo durante a operação do avião) ou preventiva (tarefas programadas que podem ser executáveis. Este tipo de manutenção não requer a paragem da aeronave por períodos de tempo longos de tempo.

### **Manutenção Preventiva**

Manutenção efectuada a intervalos de tempo pré-definidos, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem. Dentro da manutenção preventiva temos:

- Manutenção Sistemática - Manutenção efectuada em intervalos de tempos fixos e regulares de forma sistemática;
- Manutenção Condicionada ou Preditiva - Manutenção efectuada em função do estado do equipamento. A manutenção condicionada ou preditiva incide sobre os equipamentos individualmente, que permite substituir as revisões em intervalos fixos por inspecções em intervalos fixos.

### ***Mizusumashi***

*Mizusumashi* é um termo Japonês utilizada para descrever o meio de transporte de materiais que irão abastecer a área produtiva.

### ***Overhaul***

Revisão geral efectuada a um componente.

### ***Part Number***

Em português “Número de Referência”, é um código atribuído pelo fabricante para identificar um tipo de artigo produzido.

### ***Pitch Time***

Tempo necessário para produzir um lote.

### ***PMA***

Componentes de “marca branca” devidamente aprovadas/certificadas.

### ***Poka-yoke***

*Poka-yoke* é um termo Japonês que pode ser traduzido como “sistema à prova de erro”. Geralmente o *poka-yoke* é obtido com a introdução de melhorias técnicas em

equipamentos, com o objectivo de reduzir a variabilidade nos processos e alcançar standards de qualidade de zero defeitos.

### **Potencial**

Corresponde à utilização remanescente medida em meses, anos, horas de funcionamento, ciclos de utilização, aterragens, arranques, descolagens, entre outros, que um componente com conceito de manutenção de tipo *Hard Time* deve cumprir até ser removido ou até à próxima intervenção que pode ser uma simples inspecção, revisão geral ou abate (componentes atingiu limite de vida).

### **Princípios Lean**

A Mentalidade Lean tem 5 princípios: (1) *Specify Value* (Especificar o Valor); (2) *Identify the Value Stream* (Identificar o Fluxo de Valor); (3) *Flow* (Fluxo); (4) *Pull* (Puxar); (5) *Perfection* (Perfeição). João Paulo Pinto actualizou os princípios para 7; (1) Conhecer *Stakeholders*, (2) Definir o(s) Valor(es), (3) Definir as Cadeias de Valor, (4) Optimizar o Fluxo, (5) Implementar o Sistema Pull, (6) Procura pela Perfeição; (7) Inovar Constantemente.

### **Produção em Fluxo Contínuo**

Abordagem do sistema de produção na qual o equipamento e os postos de trabalho são dispostos numa área limitada para facilitar a produção em pequenos lotes e em fluxo contínuo.

### ***Pull***

O sistema *pull* (puxar) é uma forma de trabalhar onde o processo seguinte “puxa” o processo anterior.

### ***Push***

O sistema *push* (puxar) é uma forma de trabalhar onde o processo anterior “empurra” o material para processo seguinte.

### ***Rotável***

Item aeronáutico com característica reparável que pode ser recondicionado e que pode ser instalado em qualquer conjunto superior. A sua operação é muitas vezes limitada por potencial.

### ***Serial Number***

Também conhecido como “Número de Série”, este código, atribuído pelo fabricante, serve para serializar os artigos com o mesmo *Part Number* e para os distinguir entre si. Assim, o *Part Number* e o *Serial Number* identificam de forma única um artigo.

### ***Single Minute Exchange of Die - SMED***

SMED, ou “mudança de ferramenta num minuto” é um método para reduzir de maneira sistemática os tempos de preparação e a mudança de ferramentas.

### ***Spaghetti Diagram***

Ferramenta que através do mapeamento do trajecto efectuado por um trabalhador na execução do seu trabalho permite identificar movimentos que não trazem valor acrescentado para o Cliente final.

### ***Takt Time***

Determina o ritmo da produção de forma a corresponder à procura. É calculada dividindo o tempo disponível para um determinado período de produção pela procura em unidades durante o período de produção.

### ***Técnico de Apoio de Manutenção***

Executa tarefas auxiliares e de apoio às actividades técnicas e técnico-administrativo da manutenção aeronáutica relacionadas com os espaços de trabalho, material, equipamento e ferramentas. Executa tarefas de alguma complexidade tecnológica. Assegura o transporte de pessoas, carga, correio, bagagem e materiais, conduzindo diversos tipos de veículos motorizados, ligeiros e pesados, desde que habilitado para o efeito. Pode assegurar o

reboque de aviões em placa ou em hangar, desde que qualificado e certificado para o efeito.

### **Técnico de Manutenção de Aeronaves**

Efectua a manutenção dos sistemas mecânicos, eléctricos e electrónicos do avião e respectivos componentes e reparações estruturais; procede à detecção de avarias, bem como à operação e ensaio de sistemas e processos especiais; pode realizar tarefas de controlo de qualidade e coordenar ou apoiar tecnicamente outros profissionais; elabora estudos com vista à análise e solução de problemas técnicos. Pessoa formada para efectuar a manutenção dos vários sistemas do avião e seus respectivos componentes.

### **Tempo de Ciclo**

Tempo de ciclo é definido como sendo o tempo entre duas peças consecutivas e é definida pela operação mais demorada no ciclo.

### **Tipos de Actividades**

Há, essencialmente, 3 tipos de actividades: (i) Actividade de Valor Acrescentado; (ii) Actividade Incidental; (iii) Desperdício. As Actividades de Valor Acrescentado são actividades que criam Valor e como tal, o Cliente está disposto a pagar. As Actividades Incidentais são actividades que não acrescentam Valor, mas que são necessárias. O Desperdício (Muda) engloba todas as actividades que não trazem Valor acrescentado e que podem ser eliminadas imediatamente. Fujio Cho da Toyota definiu desperdício como “Tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço, mão-de-obra, estritamente essenciais para criar valor ao produto.

### **Total Productive Maintenance**

O principal objectivo do TPM é a eliminação das perdas originadas por falhas dos equipamentos através do envolvimento de todos nas actividades de manutenção.

### **Três MU's**

- *Muda* - Palavra de origem japonesa que significa desperdício ou actividade que consome recursos e não acrescenta valor;
- *Mura* - Palavra de origem japonesa que significa variação e variedade nos

processos de trabalhos ou no output de um processo;

- *Muri* - Palavra de origem japonesa que significa excesso, exagero, o que não é razoável.

### ***Turn Around Time***

Duração global de um serviço.

### ***Value Added Time***

Esta ferramenta tem como propósito quantificar, em percentagem, as actividades de valor acrescentado (Value Added - VA) e os desperdícios (Non-value added -NVA), realizadas num determinado período de tempo.

### ***Value Stream Mapping***

Representação gráfica do Fluxo de Valor de um produto (ou família de produtos) que permite perceber os fluxos de informação, de materiais e de processos. Esta ferramenta requer um acompanhamento de todos os processos do produto e para ser construído requer apenas papel e lápis, e os tempos de cada processo devem ser cronometrados, não devemos confiar em informações não obtidas pela pessoa que o está a construir.

# Capítulo 1 - Introdução

## 1.1. Enquadramento do Estudo

Numa altura em que os tempos estão difíceis e o principal tema de conversa é a crise, a poupança, o desemprego, etc., esta dissertação aborda uma metodologia de gestão cujo objectivo é o de “*Eliminar Desperdícios*” e “*Criar Valor*” nas empresas.

A filosofia em causa é o *lean*, esta filosofia deve o seu nome à publicação do livro “A máquina que mudou o Mundo de P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos nos inícios dos anos 90.

O *lean* teve a sua origem no Japão, mais concretamente na Toyota. Quando em 1950 a Toyota e o próprio Japão se encontravam mergulhados numa grave crise, foi necessário à Toyota adaptar o modelo de produção da Ford, até então líder na produção automóvel, à realidade da Toyota e do Japão, através desta “*adaptação*” surgiu a metodologia *lean*.

Para além de abordar a metodologia *lean* a presente dissertação tem como objectivo analisar a aplicação e o impacto da aplicação da metodologia *lean* no seio de uma empresa de manutenção aeronáutica.

A organização em causa é a TAP ME. A TAP ME é certificada por várias autoridades aeronáuticas, presta serviços de manutenção e engenharia integrados que vão desde fuselagens, motores e componentes até suporte de engenharia e material, através do conhecimento obtido da experiência no suporte da frota da TAP.

A área responsável pela aplicação dos projectos no âmbito do Lean na TAP ME é a área de Melhoria Contínua. Para se perceber o impacto do *lean* na organização foi acompanhado um projecto-piloto desenvolvido pela Melhoria Contínua.

O projecto-piloto acompanhado foi a “*Gestão dos Equipamentos Críticos Utilizados na Manutenção de Base*”.

Tendo em conta o cariz da empresa em causa não serão apresentados dados financeiros assim como não será apresentado o inventário, lista de necessidades e matriz “*Necessidades Versus Existências* elaborado no decorrer do projecto-piloto.

## 1.2. Objectivo do Estudo

O estudo apresentado tem como objectivo analisar a aplicação e o impacto da aplicação da metodologia *lean* no seio da empresa de manutenção aeronáutica TAP ME, Lisboa. Para que tal fosse possível, inicialmente foi efectuado um estudo sobre a metodologia *lean* e posteriormente foi acompanhado um projecto-piloto desenvolvido pela área de Melhoria Contínua da TAP ME.

## 1.3. Organização do Estudo

No capítulo 1, o presente, é apresentado o enquadramento do tema, o objectivo do estudo e a organização da dissertação.

No capítulo 2 é efectuada uma revisão bibliográfica da metodologia Lean, nesta revisão bibliográfica inicialmente é efectuada uma contextualização do tema seguida da apresentação de diversos conceitos e ferramentas utilizadas pela metodologia.

No capítulo 3 é apresentado o estado da arte da TAP ME. Inicialmente é efectuada uma apresentação da TAP ME no seu geral. Finalizada a apresentação geral da TAP ME é efectuada a apresentação da área de Melhoria Contínua. Na apresentação da área de Melhoria Contínua são apresentados os elementos que a formam, metodologia utilizada, ferramentas e técnicas, por fim serão os projectos-piloto em curso e os já terminados. No final do capítulo são apresentadas de uma forma mais profunda as etapas e actividades a cumprir no decorrer de um projecto-piloto.

O capítulo 4 é o capítulo onde é apresentado o projecto-piloto acompanhado. O capítulo é iniciado com uma pequena introdução de Manutenção Aeronáutica seguida da apresentação do projecto-piloto em causa. Finalizadas as apresentações é efectuado o acompanhamento do projecto-piloto.

No capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões da presente dissertação de mestrado.

## Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica

### 2.1. Contexto Histórico - Da Produção Artesanal ao Lean.

O aparecimento da metodologia conhecida por Lean está associado à evolução do automóvel, pois foi nessa indústria que o *lean* apareceu pela primeira vez, como tal, a sua evolução “confunde-se” em certa parte com a evolução automóvel.

*”Antes da contribuição de Ford, o sistema de produção de automóveis era basicamente artesanal, composto por operários altamente qualificados, trabalhando de maneira descentralizada e utilizando máquinas de uso geral para realizar uma série de actividades complexas em todo o processo de produção de um carro”* (Womack et. al, 1992).

Nos primeiros anos de vida do automóvel este era considerado um bem de luxo, devido ao seu preço elevado apenas pessoas de elevados recursos tinham possibilidade de adquirirem um exemplar. O preço elevado do automóvel advinha do facto da sua produção ser completamente “artesanal”, ou seja, cada automóvel era único e construído à imagem do cliente. Este tipo de produção era baseado nas seguintes características:

- *“Uma força de trabalho altamente qualificada em projecto, operação de máquinas, ajuste e acabamento. Muitos colaboradores progrediam através de uma aprendizagem que abrangia todo um conjunto de habilidades artesanais. Muitos podiam esperar administrarem as suas próprias oficinas, tornando-se empreendedores autónomos trabalhando para firmas de montagem”* (Womack et. al, 1992).
- *“Organizações extremamente descentralizadas, ainda que concentradas numa só cidade. A maioria das peças e grande parte do projecto do automóvel provinham de pequenas oficinas. O sistema era coordenado por um proprietário/empresário, em contacto directo com todos os envolvidos: consumidores, empregados e fornecedores”* (Womack et. al, 1992).
- *“O empregado de máquinas de uso geral para realizar a perfuração, corte e outras operações em metal ou madeira”* (Womack et. al, 1992).
- *“Um volume de produção baixíssimo, de mil ou menos automóveis por ano, poucos dos quais (50 ou menos) conforme o mesmo projecto. E, mesmo entre estes 50, não havia dois que fossem idênticos, pois as técnicas artesanais produziam, por sua própria natureza, variações”* (Womack et. al, 1992).

Contudo, nos inícios do século XX Henry Ford, com o objectivo de reduzir o preço dos automóveis tornando-os um bem para toda a gente, criou a produção em massa. Esta produção consistiu em criar uma linha de montagem assente numa “passadeira rolante” onde os veículos iam sendo montados pelos colaboradores sem que estes tivessem de se

movimentar ao longo da linha. Desta forma, reduziu a movimentação excessiva dos operários e a sua qualificação uma vez que cada operário estava encarregue de uma pequena fase da montagem. No entanto, segundo Womack et. al (1992) a utilização da linha de montagem não foi a chave da produção em massa, *“Pelo contrário, consistia na completa e consistente intermutabilidade das peças e na facilidade de ajuste entre si. Essas foram as inovações na fabricação que tornaram a linha de montagem possível.”*

Uma das primeiras alterações que Henry Ford inseriu na fabricação automóvel foi a padronização de medidas das peças utilizadas na montagem de um automóvel, reduzindo assim a variabilidade existente de peça para peça tornando a montagem automóvel um processo mais *“Standard”*. Para além de padronizar as medidas Henry Ford desenvolveu projectos que permitiram reduzir o número de peças necessárias para a montagem de um conjunto.

Numa primeira fase cada trabalhador montava grande parte do automóvel, demorando 514 minutos a completar as tarefas até voltar ao início do ciclo. As peças não estavam nas estações de trabalho, era da responsabilidade do trabalhador obter as peças necessárias, ajusta-las e coloca-las no automóvel.

Numa segunda fase os colaboradores não tinham de obter as peças uma vez que elas eram colocadas nos postos de trabalho, fazendo com que os colaboradores não estivessem em constante movimentação passando agora a ficar no mesmo local durante o seu horário de trabalho apenas a trabalhar na montagem do automóvel.

Numa terceira fase em que se tinha conseguido um perfeito intercâmbio das peças, cada trabalhador estava responsabilizado apenas por uma tarefa que era efectuada através da deslocação do trabalhador de veículo para veículo ao longo da linha montagem. Nessa altura, o tempo médio de tarefa por trabalhador tinha baixado dos 514 minutos para apenas 2,3 minutos. Houve um grande aumento de produtividade uma vez que cada trabalhador estava responsabilizado por apenas uma tarefa fazendo com que se executasse de modo cada vez mais rápido.

Ainda na procura de uma maior rentabilização do tempo/homem Henry Ford percebeu que a movimentação dos operários ao longo da linha de montagem era ainda uma lacuna neste processo de fabrico, durante a movimentação de automóvel em automóvel os colaboradores não estavam a produzir, estavam apenas a movimentar-se sem acrescentar qualquer valor ao automóvel. Foi então que apareceu a linha de montagem assente numa *“passadeira rolante”* onde era o automóvel que percorria os vários postos de trabalho estando os colaboradores fixos. Esta nova filosofia fez com que o tempo médio utilizado por cada trabalhador por tarefa baixasse dos 2,3 minutos para 1,19 minutos. Na Figura 2.1 podemos ver a linha de montagem utilizada na montagem do Ford T, com os colaboradores nos seus postos de trabalho e os automóveis a deslocarem-se ao longo da linha de montagem.

Como consequência do grande aumento de produtividade houve uma redução do custo unitário de produção, esta redução foi tal que o Ford T atingiu um preço inferior ao ordenado mínimo dos EUA.



Figura 2.1 - Linha de montagem do Ford T.

Fonte: <http://www.slideshare.net/felipegranzotti/ford-linha-de-montagem>

Nesta altura de grande produção a Ford chegou a ter cerca de 7 mil colaboradores nas suas instalações de Highland Park. Muitos destes colaboradores vinham de fora dos Estados Unidos não dominando por vezes a língua Inglesa. Este aspecto que poderia ser considerado um problema não o era, uma vez que cada trabalhador estava encarregue de apenas uma tarefa (por exemplo apertar dois parafusos, colocar uma roda, etc...), pelo que o não conhecimento da língua não apresentava qualquer obstáculo. Quem pensava nas tarefas e de que forma deveriam ser realizadas eram os Engenheiros de Produção ou Industriais.

Existiam mecânicos responsabilizados pela reparação de ferramentas que apresentassem anomalias ao longo da linha de montagem. Apenas no final da linha de montagem era verificada a qualidade, fazendo com que um qualquer defeito só fosse descoberto nessa altura pela equipa responsável por reparação de tais anomalias, ao supervisor cabia a tarefa de controlar a linha de montagem.

A qualidade era verificada no final da linha pois seria mais dispendioso parar a linha de montagem para corrigir um eventual erro do que manter a linha de montagem em movimento e no final esse erro ser corrigido pela equipa responsável pelas reparações. Desta forma cada trabalhador necessitava apenas de algumas horas de formação para desempenhar o seu papel na linha de montagem sem grandes dificuldades.

No entanto, neste ambiente os colaboradores não tinham um espírito crítico em relação ao processo de montagem efectuando o seu trabalho sem propor ou expor a sua opinião, as anomalias que por ventura aparecessem ao longo da linha de montagem não eram expostas pelos colaboradores sendo esta tarefa efectuada pelos supervisores.

Em suma, neste tipo de produção o trabalhador que estivesse na linha de montagem limitava-se a efectuar o trabalho da forma como lhe ensinaram, “sem pensar” e inovar. Desta forma houve um grande aumento de colaboradores indirectos, qualificados, Engenheiros, não qualificados, empregados de limpeza, mecânicos, etc. Quanto maior era a automação do sistema menos eram os colaboradores directos em relação aos indirectos. Outro problema deste sistema era que um trabalhador “directo” não tinha grande possibilidade de evolução

dentro da empresa, o máximo que conseguiria alcançar seria o cargo de supervisor. Pelo contrário os Engenheiros tinham grandes possibilidades de avançarem na carreira, e com o passar do tempo mais eram os Engenheiros presentes na organização.

Henry Ford tinha como ambição construir um automóvel completo desde as matérias-primas básicas até à montagem final num único local. No complexo de *Rouge Detroit* Henry Ford conseguiu obter tais desejos, no entanto, este tipo de fabrico trouxe alguns problemas.

O objectivo de Henry Ford era o de construir um automóvel num único local e depois comercializa-lo para todo o mundo, no entanto, os transportes na altura não permitiam que essa distribuição fosse satisfatória, assim como as dificuldades causadas pelas alfândegas que impunham barreiras a produtos já acabados.

Desta forma, foi necessário não restringir a construção do automóvel apenas num local mas sim em vários. Foi isso que foi efectuado, o complexo de *Rouge Detroit* produzia as matérias-primas e o processo de montagem estava distribuído por 36 cidades dos Estados Unidos e em 19 outros Países. Esta medida veio de certa forma corrigir o problema inicial, mas outro problema apareceu, o automóvel era único, fazendo com que aquilo que fosse bom num local não o fosse noutra. Para determinados Países o Ford T era considerado pequeno sendo considerado grande em outros Países, não havia uma adaptabilidade do automóvel ao local onde estava a ser comercializado.

Com todos estes problemas e mais alguns que aparecerem, impostos sobre o petróleo (Europa), problemas com consequência da primeira grande guerra fez com que no início dos anos 30 existissem 3 novos centros da Ford, Inglaterra, França e Alemanha sendo estes novos centros administrados por gestores provenientes dos próprios países fabricando assim automóveis que satisfaziam as necessidades/gostos de cada País.

Como vimos anteriormente uma das inovações que Ford incorporou na produção em massa foi a “*consistente intermutabilidade das peças e a facilidade de ajuste entre si*”, ora, para que este objectivo fosse alcançado era necessário produzir com elevada precisão, qualidade e ao menor custo possível. Na altura da produção artesanal o trabalho era realizado com a utilização de uma só máquina que realizava todas as tarefas, sendo que cada tarefa necessitava de adaptação. Neste novo modelo de produção cada máquina realizava apenas uma tarefa e de uma forma continua.

Estas máquinas estavam adaptadas para que qualquer operário (não qualificado) tivesse capacidade de a operar, a matéria-prima/peça era colocada numa só posição (posição correcta imposta pelo formato da própria maquina), accionava-se um dispositivo (alavanca/botão) e a tarefa era executada. Como cada máquina realizava apenas uma tarefa elas estavam dispostas em série e de uma forma sequencial permitindo assim a sequência dos trabalhos.

Houve uma grande redução dos tempos de produção com a utilização deste método, no entanto, eram fabricadas grandes quantidades de novas peças e as adaptações das máquinas a novas tarefas custavam muito tempo e dinheiro, tendo por de serem substituídas máquinas quando eram alteradas as especificações das peças a fabricar.

“Ford reduziu drasticamente o tempo de produção através de máquinas capazes de realizar uma só tarefa de cada vez” (Womack et. al, 1992).

Sendo assim, a produção em massa pode ser descrita da seguinte forma:

“A produção em massa utiliza profissionais excessivamente especializados para projectar produtos manufacturados por colaboradores semi-qualificados ou não qualificados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas em uma única tarefa. Essas lançam produtos padronizados em altíssimos volumes. Por ser maquinaria tão cara e pouco versátil, o produtor em massa adiciona várias folgas - suprimentos adicionais, colaboradores extras e espaço extra - para assegurar a continuidade da produção. Por ser a mudança para um novo produto um processo dispendioso, o produtor em massa mantém os modelos padrão em produção o maior tempo possível. Com este método o consumidor obtém preços mais baixos, mas à custa da variedade, com métodos de trabalho que muitos colaboradores julgam monótonos e sem sentido” (Womack et. al, 1992).

Por outro lado, no Japão, nos finais do século IXX começa a ser desenhada a história da Toyota quando Sakschi Toyoda inventou o primeiro tear eléctrico da história. Fundando em Janeiro de 1918 a Toyoda “*Spinning and Weaving Company*” e com a ajuda do seu filho, Kiichiro Toyoda, fabricaram um tear totalmente automático em 1924, dois anos mais tarde foi fundada a “*Toyoda Automatic Loom Works*”.

Kiichiro Toyoda tinha um espírito inovador como o do seu pai e em virtude das várias visitas que teve à Europa ficou fascinado com a indústria automóvel. Esse fascínio levou-o a investir o dinheiro ganho com a venda da patente do tear e em 1937 fundou a “*Toyota Motor Corporation*” (Matthias Holeweg, 2006). Após a segunda grande guerra a Toyota estava disposta a construir carros e camiões comerciais, mas os tempos estavam difíceis e a empresa enfrentava sérios problemas.

Em 1950 Eiji Toyoda visitou por 3 meses a Ford em *Detroit*, seguindo os passos que seu avô e fundador da Toyota (1929). Essa visita de 3 meses às instalações da Ford permitiu a Toyoda ver de perto a produção da Ford, estudando cuidadosamente a sua produção que na altura produzia 7 mil carros por dia ao invés dos 2685 produzidos pela Toyota nesse ano. Quando Toyoda regressou ao seu País tinha uma realidade económica na empresa e no País que não permitia a implementação da produção tal qual a que a Ford possuía. Como tal, juntou-se com o seu engenheiro chefe, Taiichi Ohno, e iniciaram em conjunto um estudo que tinha como objectivo obter uma forma de alcançar os resultados da Ford mas que tivesse em consideração a situação financeira da Toyota e do Japão, desse estudo resultou o Sistema de Produção Toyota, *Toyota Production System (TPS)*, ou “*Lean production*”.

O TPS permitiu à Toyota superar a grave crise que se encontrava e tornar-se mesmo uma das melhores e maiores fabricantes do mundo no ramo automóvel, para que tal aconteceu houve então uma adaptação da produção Ford ao cenário da Toyota e do próprio Japão.

A Toyota adquiriu um conjunto de prensas antigas aos EUA e após vários estudos e adaptações levadas a cabo por Taichii Ohno conseguiram reduzir o tempo de troca de um molde para 3 minutos ao contrário de 1 dia (tempo levado na Ford). As modificações

efectuadas permitiram ainda que qualquer colaborador efectuasse a troca de moldes contrariamente à Ford onde eram pessoas altamente qualificadas que realizavam essa tarefa.

A classificação das empresas na produção em massa era efectuada tendo em conta dois aspectos, o rendimento e a qualidade. O rendimento era obtido tendo em conta a quantidade de automóveis produzidos em relação aos que tinham sido planeados. A qualidade era obtida tendo em conta a satisfação do cliente, ou seja, depois de o automóvel ter saído da zona de qualidade. Desta forma não eram contabilizados os defeitos detectados e corrigidos após a montagem do automóvel. Como vimos anteriormente, no final da linha de montagem existia um departamento dedicado a corrigir os erros e defeitos ocorridos durante a montagem, era mais vantajoso não parar a linha de montagem mesmo quando se sabia da existência de erros durante a montagem.

Apenas uma pessoa podia parar a linha (supervisor), essa paragem ocorria apenas quando fosse completamente “obrigatório”, avaria nas máquinas, falta de matéria-prima, entre outros. Ohno não achou esta filosofia a mais correcta e ao invés desta filosofia implementou uma nova onde foram criadas várias equipas com um líder, a cada equipa estava atribuída uma tarefa na linha de montagem. As equipas trabalhavam como um grupo, trocando experiências, ajudando-se mutuamente, dando a sua opinião em relação ao processo e sobre aquilo que se poderia modificar com vista a melhorar o processo.

Ao contrário da produção em massa onde a linha não parava, o que acontecia nesta nova forma de trabalhar era que todos os colaboradores podiam parar a linha de montagem quando surgisse um erro e todos os restantes colaboradores vinham auxiliar na correcção desse erro. Se ocorreu um erro é porque alguma coisa não correu bem. Se não correu bem agora poderá voltar a ocorrer mais tarde, este erro vai aparecer continuamente ao longo da linha de montagem e provocar a paragem da linha constantemente.

Desta forma, o mais importante não era corrigir o erro mas evitar que este se repetisse, para tal, era necessário identificar a causa e corrigi-la. Ao corrigir a causa evitava-se que o mesmo erro se repetisse duas vezes, inicialmente este processo foi complicado pois a linha estava constantemente parada. Com o passar do tempo a linha quase não parava e a zona dedicada à correcção de problemas durante o processo de montagem quase não existia. No final, parava mais vezes a linha de montagem assente na filosofia da produção em massa que a assente nesta nova filosofia.

Existem componentes que uma fábrica automóvel tem de adquirir a outras fábricas. Na produção em massa era a empresa automóvel que dimensionava e produzia as peças assim como todas as especificações técnicas. Desta forma, a empresa contratada limitava-se a fabricar sem ter qualquer forma de alterar ou melhorar as novas peças, não tinham qualquer controlo sobre o projecto. A contratação destas empresas era feita tendo em conta a melhor proposta.

Por outro lado, a Toyota apenas definia o que necessitava, ou seja, dava as dimensões e as funções que a peça teria, cabendo à empresa efectuar os projectos. Diminui assim o

número de pessoal indirecto e por outro lado a empresa subcontratada sentia-se parte integrante do processo e também procuraria a melhoria continua nos seus processos.

Outra alteração que a Toyota implementou foi o “*Just In Time*”. Esta nova filosofia vinha contrariar por completo a filosofia das empresas que tinham uma produção assente na produção em massa. Esta filosofia consiste em ouvir o cliente e saber o que ele quer quando quer e em que quantidades quer. Foi esta nova filosofia que a Toyota implementou na sua produção, esta filosofia permitiu à Toyota utilizar uma quantidade reduzida de matérias-primas, equipamentos, espaço e de colaboradores.

*“A esta nova filosofia estava associada uma outra, o “PULL PRODUCTION”. Internamente temos de efectuar o mesmo processo, ou seja, devemos encarar o processo seguinte como um cliente e só devemos produzir na quantidade que ele necessita, quando ele necessita. Desta forma, reduzimos a quantidade de matéria-prima assim como o número de peças acabadas que ainda não são necessárias no processo seguinte. Conseguimos assim perceber se as tarefas que os operários estão a realizar acrescenta ou não valor ao produto final, pois, caso o nosso “cliente” não necessite do nosso “produto” então o trabalhador não vai produzir, ao contrário da filosofia da produção em massa onde o trabalhador estava sempre a trabalhar sem que no entanto estive a criar valor mas sim a criar inventário e a gastar recursos. A esta forma de trabalhar onde os colaboradores empurravam material de processo em processo sem se importarem com a necessidade e quantidade, chamava-se “PUSH PRODUCTION””.*

A evolução do Lean não acaba aqui, este foi só o seu início, mais metodologias e técnicas foram desenvolvidas na Toyota e em muitas indústrias, aqui apenas foi abordada a origem do Lean e o seu contexto, ficando para os próximos pontos uma abordagem mais profunda.

## 2.2. Lean

O que significa *lean*? O termo Lean (“magro”) apareceu associado ao sistema de produção da Toyota com a publicação do livro “*A Máquina que Mudou o Mundo*” de James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos nos inícios dos anos 90 (Na Tabela 2.1 estão listados alguns autores que defendem esta teoria). A partir dessa altura o sistema de produção da Toyota passou a ser conhecido como *lean*. A publicação deste livro veio difundir por todo o mundo a filosofia *lean*, até então limitada a algumas empresas Japonesas.

Tabela 2.1 - Origem do lean

Citação	Autor
<i>“The machine that changed the world that introduced the term lean production in 1990 has become one of most widely cited references in operations management over the last decade.”</i>	Matthias Holweg, 2006
<i>“Womack, Roos, and Jones (1990) studied the implementation of lean manufacturing practices in the automotive industry on global scale”</i>	Toni L. Doolen et al, 2005
<i>“... a book which first high-lighted Japanese production methods...”</i>	T. Melton, 2005
<i>“Lean production, first described in detail by Womack et al. (1990) in their revolutionary book, “The Machine that Changed the World””</i>	Dávid Losonci et al, 2011
<i>“In the mid-90’s, James Womack and Dan Jones wrote the book Lean Thinking which provided details of how the Toyota Production System could be applied in manufacturing.”</i>	Mark Eaton, 2009
<i>“The concept of Lean Manufacturing was presented by Womack in 1990”</i>	Raid Al-Aomar, 2010

*“A maior parte do nosso pessoal está a trabalhar bastante. Estamos a fazer todos os possíveis para melhorar o nosso trabalho. Precisamos apenas de tempo para chegarmos onde queremos.” (Kiyoshi Suzaki, 2010)*

*“Existem muitas coisas a acontecer na nossa fábrica. Estamos a dar formação SPC (Statistical Process Control) e actividades do círculo da qualidade. Implementamos um programa de sugestões. Temos um MRP (Material Requirements Planning). Até introduzimos robótica e um armazém automático. Mas sinto que, de alguma forma as coisas não estão a correr bem. Por exemplo, o número de sugestões é baixo, as máquinas continuam a avariar, os níveis da qualidade não são tão altos como gostaria, continuam a ser frequentes as alterações repentinas ao planeamento, entre outros aspectos. Passo muito tempo a apagar fogos e reuniões por causa disto” (Kiyoshi Suzaki, 2010).*

*“Não sei o que está a correr mal. Participei em seminários e conferencias, procurei e contratei consultores para ajudarem. Mas até agora só consegui acumular montes de documentos, papéis, ideias vagas e por aí fora. Ainda não fui capaz de integrar tudo num plano de acções” (Kiyoshi Suzaki, 2010).*

Estas são algumas das queixas feitas por encarregados, chefes de fábrica, chefes de grupo, entre outros ao consultor *Kiyoshi Suzaki (2010)*. Verifica-se nestas queixas que existe preocupação por parte dos responsáveis, no entanto, não existe a percepção daquilo que está mal ou o que é realmente necessário mudar. Uma organização só sobrevive se gerar valor e este é o principal objectivo de qualquer organização.

Muitas organizações têm dificuldade em conseguir compreender o real significado do termo “valor”. Segundo João Paulo Pinto (2009), *“Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. Quando sentimos que algo não vale a pena não vamos, não compramos nem dedicamos tempo ou atenção”*. No entanto, uma organização não

pode estar apenas focalizada em criar valor para os seus clientes e esquecerem-se das restantes partes interessadas (*Stakeholders*), estes esperam receber algo que “valha a pena”, para que continuem a apoiar o desenvolvimento da organização (João Paulo Pinto, 2009).



Figura 2.2 - Exemplos de Stakeholders presentes numa Organização

Fonte: João Paulo Pinto, 2009

É então importante saber quem são os *stakeholders* que a organização serve assim como conhecer quais as suas necessidades e expectativas (em especial os nossos clientes). Posto isto, todas as actividades que não vão de encontro dessas necessidades e expectativas devem ser classificadas como desperdício, (ou muda, palavra Japonesa que significa desperdício) por muito que pareça que essas actividades sejam úteis (João Paulo Pinto, 2009).

Cerca de 95% do tempo despendido numa organização é em actividades que não criam valor, enquanto 40% dos custos de um negócio resultam da manutenção desse desperdício. Kiyoshi Suzaki (2010) defende que 95% do tempo de um operário não está a ser utilizado para acrescentar valor, assim como, em cerca de 95% do tempo o material em curso na fábrica está à espera de ser transportado. Podemos ainda ter uma máquina a produzir artigos desnecessários ou defeituosos, avariada ou a precisar de manutenção, esta situação ocorre em cerca de 80% do tempo de produção de uma máquina.

*“Procurando pôr de parte toda a carga negativa associada ao “desperdício” e assumindo uma atitude proactiva, não se trata mais de 95% de desperdício mas sim de 95% de oportunidades”*. Sendo assim, o ponto de partida é identificar o que acrescenta valor, para tal, devemos perceber o que é valor para o cliente (e restantes *stakeholders*). Sem uma compreensão sólida daquilo que o cliente deseja e entende como valor a organização não conseguirá sobreviver (T. Melton, 2005).

### 2.2.1. Desperdício.

“Tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço, mão-de-obra, estritamente essenciais para criar valor ao produto”, definição de desperdício por Fujio Cho da Toyota.

“O desperdício é como o “pecado”, manifesta-se de várias formas mas resulta sempre no mesmo, mais tempo e mais custo sem benefícios” (João Paulo Pinto, 2009).

Os desperdícios que ocorrem numa organização são essencialmente de dois tipos, desperdício puro e desperdício accidental. O desperdício puro é referente às actividades que não criam valor ao produto final e que são dispensáveis, este tipo de desperdício representa cerca de 65% do tempo de uma organização. O desperdício necessário são actividades que por si só não acrescentam valor ao produto final, no entanto, não necessárias, temos como exemplo a consulta de manuais, inspecções de matéria-prima, entre outros. Este tipo de desperdício representa cerca de 30% do tempo de uma organização. Estas actividades não podem ser eliminadas, no entanto, devem ser reduzidas ao mínimo.

Tabela 2.2 - Tipo de Actividades

Distribuição de Tempos numa Organização	Autor
<p><i>Desperdício Puro - 65%</i>  <i>Desperdício necessário - 30%</i>  <i>Actividades que acrescentam Valor - 5%</i></p>	João Paulo Pinto, 2009
<p><i>Desperdício Puro - 60%</i>  <i>Desperdício necessário - 35%</i>  <i>Actividades que acrescentam Valor - 5%</i></p>	T. Melton, 2005
<p><i>Desperdício Puro - 65%</i>  <i>Desperdício necessário - 30%</i>  <i>Actividades que acrescentam Valor - 5%</i></p>	<a href="http://www.freewebs.com/leanemportugal">www.freewebs.com/leanemportugal</a>

O desperdício pode ainda ser classificado como visível ou invisível, sendo o segundo o mais abundante numa organização e é aquele que é mais difícil de combater. Muitas vezes um colaborador está a trabalhar numa determinada tarefa sem parar e com muito afincio, à partida este trabalhador está a criar valor. No entanto, pode acontecer que aquele trabalho não fosse necessário (pelo menos naquela altura), tendo o trabalhador apenas “criado desperdício”, desperdício invisível.

Com o objectivo de identificar e eliminar os desperdícios presentes numa organização a gestão empresarial Japonesa forneceu-nos uma série de técnicas e ferramentas para identificar os desperdícios presentes numa organização (João Paulo Pinto, 2009), destas destacam-se as seguintes:

- 3 MU's;
- 5 M + Q + S;

- O fluxo de operações;
- 7 Desperdícios de acordo com Taiichi Ohno;

### 2.2.1.1. 3 MU's

Os 3 MU's representam, *Muda*, *Mura* e *Muri*, três vocábulos Japoneses que significam:

1. *Muda* - Desperdício, a capacidade excede o necessário;
2. *Mura* - Inconsistência ou variação - a capacidades por vezes excede o que se produz e outras fica abaixo.
3. *Muri* - Irrracionalidade, produzir mais que a capacidade.

Nesta abordagem o objectivo é conseguir que a capacidade e aquilo que se produz sejam iguais, quer isto dizer, existe uma quantidade de trabalhadores, materiais e máquinas para produzir a quantidade certa do produto/artigo que foi pedido. (João Paulo Pinto, 2009).

### 2.2.1.2. 5 M + Q+ S

Esta abordagem tem a designação de 5 M + Q + S pois representa as áreas onde os desperdícios podem ocorrer, estas áreas e alguns dos possíveis desperdícios presentes nas respectivas áreas são apresentadas na Tabela 2.3 (João Paulo Pinto, 2009).

### 2.2.1.3. Fluxo de Operações.

O fluxo de operações refere-se a quatro acções, a saber: (1) retenção; (2) transporte; (3) processamento; (4) inspecção;

*“A retenção quer dizer parar o fluxo sem acrescentar valor. Isto pode assumir várias formas, ex: stocks e armazenamento. A retenção provoca inventário: materiais antes de serem processados, stocks em curso de fabrico e produto final. O inventário ocorre devido a diversas razões, o processo anterior move-se mais rápido que o processo seguinte, espera de mudança de ferramentas, material comprado em avanço assim como o produto final é fabricado em avanço. A retenção acrescenta custo sem criar valor, para alguns gestores é cómodo pensar que os stocks resolvem os problemas, mas de facto apenas os escondem. O transporte, qualquer que seja, refere-se à deslocação e artigos sem criar valor. Por outro lado, o processamento significa valor. A inspecção identifica e elimina defeitos da produção. Esta acção não cria valor porque não elimina a causa dos defeitos, mas sim só o resultado. É necessário tomar acções para identificar as causas dos defeitos em vez de as controlar” (João Paulo Pinto, 2009).*

Tabela 2.3 - 5 M + Q + S e os possíveis desperdícios

Áreas	Desperdícios
<i>Management</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão de materiais;</li> <li>• Gestão do tempo e de recurso;</li> <li>• Comunicação;</li> <li>• Práticas de planeamento e controlo;</li> </ul>
<i>Men</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andar;</li> <li>• Esperar;</li> <li>• Procurar;</li> <li>• Movimentos desnecessários;</li> </ul>
<i>Machines</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamentos de grande dimensão;</li> <li>• Avarias e outras paragens;</li> <li>• Mudança de ferramentas;</li> </ul>
<i>Method</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrico em <i>just in case</i>;</li> <li>• Transportes e Movimentações;</li> <li>• Falta de uniformização.</li> </ul>
<i>Materials</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peças e componentes;</li> <li>• Stocks diversos;</li> <li>• Manuseamento e armazenamento</li> </ul>
<i>Quality</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defeitos;</li> <li>• Erros;</li> <li>• <i>Rework</i>;</li> <li>• Inspeções e Controlo da Qualidade;</li> </ul>
<i>Safety</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidentes;</li> <li>• Redução de velocidade;</li> <li>• <i>Layout</i> perigoso;</li> <li>• Outras paragens;</li> </ul>

Fonte: João Paulo Pinto, 2009

### 2.2.1.4. Os Sete Desperdícios.

Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdícios frequentemente presentes na indústria.

Para além de serem os mais populares e divulgados tipos de desperdícios englobam a essência das filosofias referidas anteriormente, 3 MU's, 5 M + Q + S, fluxo de operações. Para além de Taiichi Ohno, Shigeo Shingo também trabalhou na identificação de tais desperdícios, sendo ele, um dos principais responsáveis pela sua divulgação (Marcel Fermo Manfredini et al, 2009). Os 7 desperdícios identificados por Taiichi Ohno e popularizados por Shigeo Shingo encontram-se representados na Figura 2.3.



Figura 2.3 - Os sete desperdícios

Fonte: <http://freewebs.com/leanemportugal>

Nos pontos seguintes são abordados cada um dos desperdícios descritos por Taiichi Ohno.

#### 2.2.1.4.1. Produção Excessiva

*“Produzir mais que o necessário, mais rápido que o necessário e antes que necessário”* (Kiyoshi Suzaki, 2010).

Como o próprio nome o indica, produção excessiva, ocorre pela produção de bens para além do necessário. Quer isto dizer, estamos a produzir bens que não são necessários naquela altura, portanto, parte daquilo que produzimos acabará em armazém ou como desperdício.

Para produzir são necessários operários que estão a ser pagos, logo, aquilo que for produzido acima do necessário gastou horas de trabalho dos operários que foram pagas sem que tenham acrescentado qualquer valor, apenas gastos. Para além das horas-homem,

também são gastas horas-máquina, ou seja, as máquinas apesar de estarem a produzir, estão a produzir inutilmente.

Ao estar ocupada a máquina poderá estar a atrasar outros processos produtivos que para avançar necessitem da sua utilização, assim como a gastar recursos a elas associados. Para além de horas máquina e horas-homem gastas indevidamente há também a utilização indevida de matérias-primas que poderiam ser utilizadas na produção de bens que fossem realmente necessários, ou seja, a sua utilização proporcionava valor. Ao gastar-se matéria-prima em produtos desnecessários, faremos com que seja necessário adquirir mais matéria-prima para outros processos produtivos.

Sendo assim, vimos que ao produzir para além do necessário estamos a gastar horas-homem, horas-máquina e matéria-prima que seriam necessárias para outros processos produtivos e que estão a ser gastas para criar stock. A criação deste stock excessivo fará com que seja necessário espaço para o seu armazenamento, pessoas para controlar este stock, transporte excessivo, entre outros. Por dar origem a inúmeros problemas este é considerado o pior dos desperdícios que uma organização pode ter.

*“...But when the reports came in, we found the robots in welding were only running at something like thirty percent efficiency. And the other robots weren't much better. Nobody would stand for that... We had to do something...”* (Eliyahu M. Goldratt et al, 2004).

*“...What could I do? I had to release more materials to the floor in all the areas feeding the robots. Giving the robots more to produce increased their efficiencies. But ever since then, we've been ending each month with a surplus of those parts...”* (Eliyahu M. Goldratt et al, 2004).

*“...Well, in a lot of cases, we don't have any orders to fill at present which would call for those parts, she says. And in the cases where we do have orders, we just can't seem to get enough of the other parts we need...”* (Eliyahu M. Goldratt et al, 2004).

É então importante perceber que as máquinas e operários não têm de ser utilizados em pleno, desde que estejamos a cumprir com as exigências do mercado.

Na Tabela 2.4 estão apresentadas definições de alguns autores para este tipo de desperdício.

Tabela 2.4 - Desperdício produção excessiva

Sobre Produção	Autor
<p><i>“Product mad for no specific customer”</i></p> <p><i>“Development of a product, a process or a manufacturing facility for no additional value”</i></p>	T.Melton, 2005
<p><i>“Producing more than the internal or external customer needs”</i></p> <p><i>“Producing sooner than the internal or external customer needs”</i></p> <p><i>“Causes? Lack of communication, inappropriate reward system, focus on keeping busy rather than meeting customer needs”</i></p>	ITC, 2004



Figura 2.4 - Representação do desperdício associado à produção excessiva.

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

#### 2.2.1.4.2. Esperas.

*“O tempo é um recurso limitado e não recuperável, só é utilizado uma vez”* (Kiyoshi Suzuki, 2010).

A espera é um desperdício que por vezes é ocultado pela sobre-produção, se um operário efectuar o seu trabalho na quantidade necessária para a produção prosseguir e ficar parado à espera da próxima tarefa vai fazer com que se verifique que há ali um problema que necessita de ser corrigido. Em geral, o operário não fica parado mas sim ocupado a fazer tarefas que em nada vêm melhorar o processo produtivo.

*“Se dermos uma volta pela fábrica vamos também encontrar operários que simplesmente estão a olhar para as máquinas a trabalhar. Pode haver quem diga que é preciso vigiar as máquinas para que se possa tomar uma acção correctiva rapidamente sempre que surge um problema. Mas nesse instante já não será tarde demais para uma intervenção? Será que não deveria existir um mecanismo com alarme de buzina ou luminoso que pare a máquina para alertar o operário quando acontece uma situação anormal?”* (Kiyoshi Suzuki, 2010).

A espera poderá ocorrer também pela presença de um estrangulamento na produção, ou seja, poderá existir uma determinada tarefa ao longo da linha produtiva que faça com que todo o processo se atrase e provoque esperas nos processos a jusante. As avarias nas máquinas também são responsáveis por esperas, é importante evitar as avarias constantes, para tal, devesse adoptar pela manutenção preventiva em detrimento da curativa, trocar os equipamentos obsoletos, entre outros. A formação dos colaboradores é também importante neste processo, muitas das avarias nas máquinas ocorrem pela sua má utilização.

Tabela 2.5 - Esperas

Esperas	Autor
<i>“As people, equipment or product waits to be processed it is not adding any value to the customer”</i>	T.Melton, 2005
<i>“People waiting for: Machinery, Tooling, Raw Materials, Maintenance, etc.”</i> <i>“Machinery waiting for: Maintenance, People, Materials, Tooling etc.”</i> <i>“Causes? Inconsistent work methods, long changeover times”</i>	ITC, 2004
<i>“waiting for things to happen, finish or start”</i>	Mark Eaton 2009



Time spent waiting on items required to complete a task (i.e., Information, Supplies, People, etc.)

Figura 2.5 - Representação do desperdício esperas.

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

### 2.2.1.4.3. Transporte.

*“Ficamos muitas vezes surpreendidos ao descobrir quantos quilômetros um produto percorre na fábrica antes de ser concluído”* (Kiyoshi Suzuki, 2010).

Este desperdício ocorre com frequência nas indústrias, por exemplo, quando é recepcionado material numa fábrica ele é arrumado no armazém, sendo posteriormente levado para a linha produtiva. Por falta de comunicação este material pode ser novamente transportado e armazenado uma vez que não era necessário naquela altura. Ocorre também que as peças sejam guardadas em armazém depois de serem maquinadas, ficando lá à espera de serem necessárias, por vezes, quando são realmente necessárias elas apresentam problemas que foram causados por estes transportes e armazenamentos excessivos, tendo, nestes casos, de serem maquinadas novamente para corrigir estes problemas. O mesmo problema ocorre para ferramentas que podem ser transportados um sem número de vezes por existirem falhas no sistema produtivo.

Para obter um controlo sobre o transporte excessivo devesse melhorar o layout, meios de transporte, sincronizar processos, arrumação e organização do posto de trabalho.

Tabela 2.6 - Transporte

Transporte	Autor
<p><i>“Moving the product to several locations”</i></p> <p><i>“Whilst the product is in motion it is not being processed and therefore not adding value to the customer”</i></p>	T.Melton, 2005
<p><i>“Moving materials or people over long distances can double or triple handling”</i></p> <p><i>“Causes? Poor layout, lack of co-ordination of processes, poor housekeeping, poor workplace organization, multiple storage locations”</i></p>	ITC, 2004
<p><i>“moving and handling materials and items”</i></p>	Mark Eaton 2009



Figura 2.6 - Representação do desperdício transporte excessivo.

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

#### 2.2.1.4.4. Processamento Excessivo.

A qualidade é importante, mas só devemos produzir a qualidade que o cliente está disposto a pagar e não acima dela, esse incremento de qualidade não será pago pelo cliente, portanto, devemos apenas cumprir os standards que respondam às exigências dos clientes.

Tabela 2.7- Processamento excessivo

Processamento Excessivo	Autor
<p><i>“When a particular process step does not add value to the product”</i></p>	T.Melton, 2005
<p><i>“Unnecessary or inefficient processing e.g. removing burrs caused by dull tools”</i></p> <p><i>“Causes? Inappropriate tooling or equipment, poor tooling maintenance, failure to combine operations”</i></p>	ITC, 2004
<p><i>“undertaking activities that are not required”</i></p>	Mark Eaton 2009

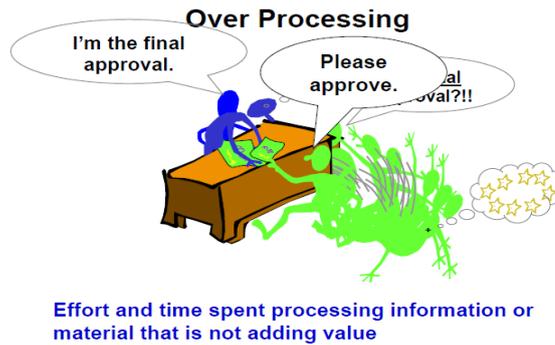


Figura 2.7 - Representação do desperdício processamento excessivo.

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

### 2.2.1.4.5. Inventário.

O excesso de stock aumenta o custo do produto, para armazenar material vamos necessitar de espaço para o colocar assim como mais pessoas para controlar estes produtos e consequentemente mais papelada. Será por vezes necessário um reprocessamento dos produtos que estavam em armazém devido a possíveis danos sofridos durante as sucessivas arrumações ou podem mesmo já não estarem dentro das especificações necessárias para o processo em causa. O excesso de inventário serve também de sintoma para outros problemas, um stock elevado oculta outros problemas que existem na organização.

Uma analogia possível de fazer é imaginar as marés de um rio. Quando a maré está alta é fácil navegar uma vez que as “pedras” que se encontram no fundo do rio estão longe e o “barco” pode navegar sem dificuldade mesmo com as pedras presentes no rio. Quando a maré baixa as “pedras” ficam à tona e a navegação já se torna complicada. A água representa o stock e as “pedras” os problemas presentes numa organização, quando se baixa o nível de stocks os problemas vão aparecer e terão de ser resolvidos para se conseguir “navegar” sem dificuldades.



Figura 2.8 - Analogia de excesso de stock com a água de um rio.

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

Sendo assim, é importante baixar o nível de stock, para tal devemos:

- Eliminar tudo aquilo que não necessitamos e que se encontra obsoleto, encontrando-se apenas a ocupar espaço.
- Não comprar em grandes lotes se eles forem para acabar em armazém, apesar de os descontos obtidos pela compra de grandes lotes ser apetecível esses lucros não acabavam por não serem “lucros”. Estamos apenas a criar stock que necessita de espaço extra, poderá até não ser utilizado. Deve-se produzir em lotes pequenos, para evitar a acumulação de inventário.
- Os processos devem ser organizados de forma a trabalharem todos à mesma velocidade.
- Identificar os estrangulamentos presentes numa organização.

Em suma, o excesso de stock aumenta o custo e tempo de produção servindo também de sintoma para outros problemas, devemos reconhecer e eliminar as causas de raiz do inventário e melhorar o controlo da produção.

Tabela 2.8 - Inventário

Inventário	Autor
<i>“Storage of products, intermediates, raw materials, and so on, all costs money”</i>	T.Melton, 2005
<i>“...the term “lean” to highlight the principles of limiting inventory and excess workers, or “waste”...”</i>	Bradley R. Staats et al, 2010
<i>“High inventory causes stress in the organization”</i>	Kai Petersen et al, 2010
<i>“Inventory impacts other wastes. For example, a high level of inventory causes waiting times. Formally this is the case in waterfall development as designers have to wait until the whole requirements document has been approved. Long waiting times bare the risk of completed work to become obsolete. Furthermore, high inventory in requirements engineering can be due to that a high number of extra features have been defined.”</i>	Kai Petersen et al, 2010
<i>“holding more stock than is required”</i>	Mark Eaton 2009
<i>“Inventory hides problems and causes extra handling, extra paperwork, extra space and extra cost” “Causes? Long changeover times, unreliable equipment, unbalanced flow, incapable suppliers, inaccurate forecasting, large batch sizes”</i>	ITC, 2004



Figura 2.9 - Representação do desperdício inventário.

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

#### 2.2.1.4.6. Movimento.

“O simples movimento das nossas mãos, pés e corpo não acrescenta, obrigatoriamente, valor ao produto” (Kiyoshi Suzaki, 2010).

O movimento não é sinónimo de trabalho, um trabalhador pode estar todo o dia a andar de um lado para o outro a procurar uma ferramenta ou mesmo a reposicionar material e não foi por ele estar todo o dia ocupado a movimentar-se que esteve a acrescentar valor ao produto final.

As deslocações de um trabalhador podem ser diminuídas se a distribuição das máquinas forem as mais correctas. Por vezes um trabalhador está encarregue de várias máquinas e a disposição incorrecta das máquinas faz com que o trabalhador esteja constantemente em movimentação. Para evitar deslocações desnecessárias de colaboradores devemos optimizar a distribuição do espaço e standardizar o fornecimento de ferramentas e material.

Tabela 2.9 - Movimento

Movimento	Autor
<p><i>“The excessive movement of the people who operate the manufacturing facility is wasteful. Whilst they are in motion they cannot support the processing of the product”</i></p> <p><i>“Excessive movement of data, decisions and information”</i></p>	T.Melton, 2005
<p><i>“Any motion of people or machines which does not add value to the product or service”</i></p> <p><i>“Causes? Lack of workplace organization, poor layout, inconsistent work methods, poor machine design”</i></p>	ITC, 2004
<p><i>“the movement of equipment and people”</i></p>	Mark Eaton 2009

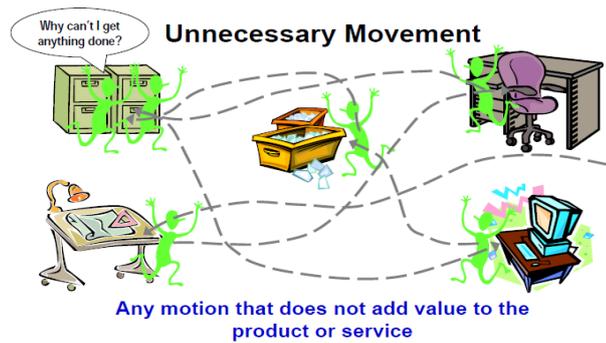


Figura 2.10 - Representação do desperdício movimento

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

#### 2.2.1.4.7. Reprocessamento.

O reprocessamento aparece em geral devido a defeitos ocorridos durante o processo de fabrico. Vai exigir recursos suplementares para efectuar as reparações/correcções necessárias. Quando existe um aumento do número de defeitos não devemos apenas corrigir o problema, devemos sim encontrar a causa e elimina-la. Segundo João Paulo Pinto (2009) as causas dos defeitos que originam reprocessamento são:

- Pensar que errar é humano, mas não é!;
- Ênfase na inspecção final, no controlo e no policiamento das pessoas e dos processos;
- Ausência de padrões de auto-controlo e de inspecção;
- Falhas e erros humanos;
- Transporte e movimentação de materiais;

Segundo João Paulo Pinto (2009) algumas das formas de evitar defeitos são:

- Implementar operações padrão;
- Presença de dispositivos de detecção de erros;
- Construir qualidade na fonte e em cada processo/operação;
- Incentivar a produção em fluxo contínuo;
- Eliminar a necessidade de ter que movimentar peças e materiais;
- Se possível, automatizar determinadas actividades;

Tabela 2.10 - Desperdício Reprocessamento

Reprocessamento	Autor
“Errors during the process - either requiring re-work or additional work”	T.Melton, 2005
“Scrap, rework, customer returns, customer dissatisfaction” “Causes? Incapable processes, insufficient training, lack of standardized procedures”	ITC, 2004
“having to repeat tasks or correct errors”	Mark Eaton 2009



Figura 2.11 - Representação do desperdício reprocessamento.

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

Para além dos sete desperdícios clássicos abordados anteriormente, Brunt et al. (1998) definiram mais algumas classes de desperdício, sendo elas as seguintes:

#### 2.2.1.4.8. A Não Utilização do Potencial Humano;

O potencial de um colaborador deve ser utilizado em pleno, não deve desperdiçado. Todos os colaboradores devem sentir que a empresa é de todos e que cabe a todos a responsabilidade de melhoria constante. Devem possuir um espírito crítico, capacidade, e liberdade para resolver problemas. *“Às pessoas não basta ter liberdade. É necessário comunicar, estar presente e apoiar; é necessário uma envolvente de suporte, uma cultura de confiança e respeito mútuo. Neste sentido, também a abordagem da estação Japonesa foi inovadora ao propor envolvimento e o comprometimento de todos os colaboradores. Os líderes assumem, por vezes o papel de mestres (senseis), ensinando e encaminhando os seus colaboradores”* (João Paulo Pinto, 2009).

#### **2.2.1.4.9. O Desperdício da Utilização de Sistemas Inapropriados;**

A utilização de sistemas e de tecnologias nem sempre acrescenta valor a uma organização, por vezes a sua utilização esta apenas acarreta custos. A pouca utilização de sistemas de Gestão assim como a sua má utilização são exemplos de desperdício, assim como a aquisição de software que raramente são utilizados. *“A presença, per se, de sistemas tecnológicos não é garantia de sucesso. A não correcta utilização ou a utilização parcial é uma fonte de desperdício bem marcante nas modernas organizações” (João Paulo Pinto, 2009).*

#### **2.2.1.4.10. Desperdício de Energia;**

A utilização excessiva e incorrecta de fontes de energia, tais como, gás, electricidade, combustíveis, entre outros deve ser evitada. Para além dos factores ambientais inerentes à utilização de algumas fontes de potência deve-se ter atenção aos custos destas fontes de potência. A utilização incorrecta das fontes de potência pode ser uma elevada parcela na factura da organização que deve ser evitada.

#### **2.2.1.4.11. Desperdício de Materiais;**

Os materiais devem ser utilizados na sua plenitude, o desperdício deve ser evitado e quando estes já não servirem, ou porque o prazo de vida expirou ou por outro motivo estes devem ser reciclados para que possam ser reutilizados.

#### **2.2.1.4.12. Desperdício nos Serviços e Escritórios;**

Taiichi Ohno definiu os 7 desperdícios que frequentemente ocorrem na produção, no entanto, estes desperdícios ocorrem também em ambiente de escritórios. Por exemplo, o gasto excessivo de papel em fotocópias que não eram realmente necessárias, a não utilização do potencial humano em toda a sua plenitude. *“Não é apenas na indústria que se identificam os desperdícios, eles acontecem em todas as actividades económicas e em todas as formas de ocupação humana” (João Paulo Pinto, 2009).*

#### **2.2.1.4.13. Desperdício do Tempo do Cliente;**

Este desperdício está associado às esperas que um cliente sofre, por vezes estas esperas estão associadas a uma desorganização que faz com que o cliente ande a saltar de departamento em departamento sem que o seu problema seja resolvido.

#### **2.2.1.4.14. Conclusão**

Em suma, sejam quais forem os desperdícios presentes numa organização, esta deve seguir um conjunto de estratégias para identificar e eliminar desperdícios nos processos, nos produtos e na organização, orientada para o cliente.

### **2.2.2. Princípios Lean.**

James Womack e Daniel Jones (2003) no seu livro “Lean Thinking” definiram os cinco princípios Lean (Toni L. Doolen, et al, 2005), sendo eles:

#### **I. Especificar o que cria e o que não cria valor para o cliente;**

Deve-se compreender o que agrega valor ao cliente, interno ou externo, e ao utilizador final do produto. Para tal, deve-se ter o conhecimento:

- Das características dos clientes;
- Da finalidade do cliente ao adquirir o produto;
- Dos factores de decisão do cliente;
- Do ritmo a que o cliente quer o produto;
- Do local que o cliente quer o produto;

#### **II. Identificar os fluxos de valor e eliminar actividades que não acrescentem valor.**

Capacidade de reduzir ou eliminar desperdícios na cadeia de processos de produção da empresa. Par tal deve-se ter o conhecimento:

- Do conceito de desperdício;
- Como identificar os desperdícios;
- Como tipificar os desperdícios;
- Como medir os desperdícios;
- Como eliminar os desperdícios;
- Da importância da redução dos tempos nos processos;

**III. Criar um fluxo contínuo com as actividades que criam valor.**

Capacidade de tornar as operações previsíveis. Para tal deve-se ter o conhecimento:

- Dos processos;
- Das técnicas de mapeamento dos processos;
- Dos métodos de avaliação e medição dos processos internos;
- Da importância dos processos externos;
- De metodologias e ferramentas Lean;

**IV. Deixar que o cliente “puxe” o fluxo de valor.**

Capacidade de permitir que o cliente “puxe” a operação, para tal deve-se ter a capacidade de:

- Ouvir a voz do cliente;
- Saber analisar qualitativamente a voz do cliente;
- Dar importância à voz do cliente;
- Capacidade de aproveitar a voz do cliente;
- Vontade de aproveitar a voz do cliente;
- Intersecção permanente e intensa com o cliente;

**V. Empenhar-se na perfeição através da redução contínua do desperdício.**

Capacidade de medir e melhorar o resultado continuamente, como tal, deve-se:

- Conhecer o conceito de Melhoria Contínua;
- Promover a Melhoria Contínua;
- Priorizar as acções de Melhoria Contínua;
- Controlar a Melhoria Contínua;
- Dar importância à Melhoria Contínua;

Estes foram os 5 princípios *lean* descritos por James Womack e Daniel Jones (2003) no seu livro, “Lean Thinking”. No entanto, João Paulo Pinto (2009) propõe uma nova abordagem a estes princípios, alterando alguns dos conceitos e definindo dois novos princípios. Esta actualização é representada na Figura 2.12.



Figura 2.12 - Os Princípios lean revistos

Fonte: [http://www.slideshare.net/Comunidade\\_Lean\\_Thinking/apresentao-da-comunidade](http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/apresentao-da-comunidade)

Segundo Paulo Pinto (2009), os novos princípios Lean são os seguintes:

#### I. Conhecer os Stakeholders.

Uma organização não pode pensar apenas nos clientes e deixar de parte os restantes *stakeholders*, deve conhecer quem são os *stakeholders* e satisfazê-los assim como aos cliente. Outra alteração proposta por Paulo Pinto (2009) consiste em focalizar a atenção no cliente final e não apenas no próximo cliente da cadeia de valor. Não importa em que etapa da cadeia de valor a empresa se encontra, a sua preocupação deverá ser sempre servir o cliente final.

#### II. Definir o (s) Valor (es).

“Porquê valores e não apenas valor? Porque, mais uma vez, uma organização que se limite a satisfazer apenas o seu cliente, negligenciando as demais partes interessadas, não pode ambicionar um futuro próspero” (João Paulo Pinto, 2009). Com esta abordagem alguns dos desperdícios definidos anteriormente como desperdícios necessários passam a valor acrescentado, pois criam valor para outras partes que não o cliente.

#### III. Definir as Cadeias de Valor.

Como consequência das abordagens anteriores não se deve definir uma cadeia de valor, mas sim uma cadeia para cada *stakeholder*.

#### IV. Optimizar o Fluxo.

*“Procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes. Fluxos de materiais, de pessoas, de informação e de capital” (João Paulo Pinto, 2009).*

#### **V. Implementar o sistema *Pull*.**

O sistema *Pull* será abordado com mais detalhe mais à frente, no entanto, o *pull* é uma filosofia onde o processo seguinte “puxa” o processo anterior, não é o processo anterior que “empurra” para o processo seguinte. Ou seja, o processo a montante só poderá produzir quando o anterior lhe fornecer material.

Vai ao encontro do ponto IV, definido por James Whomack e Daniel Jones (2003).

#### **VI. Procura pela Perfeição.**

Vai ao encontro com o definido no ponto V dos princípios Lean definidos por, James Whomack e Daniel Jones (2003).

#### **VII. Inovar Constantemente.**

Uma organização deve procurar inovar, criar novos produtos, novos serviços, novos processos, criar valor. *“A Diz-ket Corp Inc. Tornou-se a maior e melhor empresa do mundo produtora de disquetes para computador. Ninguém faz melhores disquetes e mais baratas disquetes do que esta empresa. Os seus processos estão de tal forma otimizados que é quase impossível detectar alguma forma de desperdício, no entanto a empresa está à beira da falência...” (João Paulo Pinto, 2009).*

No exemplo anterior a “Diz-ket” apenas se preocupou em reduzir desperdícios e não em inovar, uma organização deve eliminar os desperdícios e criar valor através da inovação.

### **2.2.2.1. Conclusão**

Estas alterações propostas por João Paulo Pinto (2009) vêm complementar as defendidas e divulgadas por Whomack et. al (2003) no seu livro. Esta nova abordagem no seu essencial defende que uma organização não deve apenas focalizar-se no cliente, mas em todas as partes interessadas, tais como, colaboradores, accionistas, a própria sociedade, entre outros.

Uma organização não deve pensar apenas em eliminar desperdícios, uma organização para além de eliminar desperdícios deve procurar inovar constantemente. É importante efectuar estas duas tarefas em paralelo. As duas são complementares, uma organização sem desperdícios, mas sem inovação não sobreviverá muito tempo assim como uma organização com bastante inovação mas com bastante desperdício associado também não sobreviverá. A organização deve eliminar os desperdícios e inovar sempre!

### 2.2.3. Casa Toyota

Taichini Ohno e Eiji Toyoda criaram a casa Toyota como forma de explicar a evolução do TPS. Este edifício encerra em si várias divisões, estas divisões apesar de distintas estão intimamente ligadas entre si. O telhado deste edifício é “A melhor qualidade, o menor custo, o menor tempo, os melhores serviços, a maior segurança, a maior moral e maior motivação”. Como qualquer outro edifício este não pode começar a ser construído pelo telhado, como tal, é necessário bons alicerces e bons pilares para que toda a estrutura demonstre fiabilidade e segurança. O edifício Toyota é apresentado na Figura 2.13.

O alicerce do edifício tem como base o ciclo PDCA, Plan, Do, Check, Act (Walter Shewhart 1891 - 1967). Tendo por base o ciclo PDCA o alicerce é constituído pela *Filosofia Toyota*, *Gestão visual*, *Processos Estáveis e Normalizados* e pela *Produção Nivelada*. Os pilares que sustentam o telhado do edifício são o *JUST-IN-TIME* e o *JIDOKA*. No interior do edifício encontra-se a *Melhoria Contínua*.



Figura 2.13 - Edifício Toyota

Fonte: João Paulo Pinto, 2009.

## 2.2.3.1. Alicerce

### 2.2.3.1.1. Ciclo PDCA

O alicerce do edifício Toyota tem como base o ciclo PDCA. O ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter Shewhart, no entanto, só foi popularizado através da publicação do livro *“Out of Crisis”* de W. Edwards Deming em 1986. *“Trata-se de uma sequência muito simples que serve de guia à melhoria contínua, à realização de mudanças ou mesmo à análise de situações”* (João Paulo Pinto, 2009). O ciclo PDCA encontra-se dividido em quatro partes e quinze etapas como é possível ver na Tabela 2.11.

Tabela 2.11 - O Ciclo PDCA - Quatro partes e quinze Etapas

Ciclo PDCA	
PLAN	Definir objectivamente o problema;
	Definir o background e o contexto para que todos possam ter uma base de entendimento comum;
	Realizar análise cinco porquês para identificar as causas-raíz;
	Realizar brainstorming de contra medidas e criar hipótese para as testar;
DO	Aplicar o método científico para testar as hipóteses;
	Em vez de esperar pela solução perfeita, avançar com pequenas iniciativas que resultem em Quick-Wins;
	Reunir factos/dados baseados na observação directa;
CHECK	Comparar os resultados com o planeado;
	Determinar os desvios e perceber a sua origem;
	Procurar perceber o que correu bem e o que correu mal;
	Enfrentar os factos;
ACT	Se as contra medidas forem eficazes criar um padrão que possa ser auditado e mantido;
	Registar as lições aprendidas e partilhe as boas práticas;
	Se as contra medidas não forem eficazes, iniciar de novo o ciclo começando pelo Plan;
	Observar a actual condição e definir novos targets rumo à situação ideal. Recomeçar o ciclo com Plan.

Fonte: João Paulo Pinto, 2009

A aplicação deste método é bastante simples e toda a gente já ouviu falar nele, no entanto, poucas são aquelas que aplicam este método na sua plenitude. Muitas das vezes a aplicação do ciclo PDCA é dificultada pela falta de um plano que o torne sustentável impossibilitando a sua aplicação. O ciclo PDCA quando utilizado de uma forma superficial pode apresentar resultados que não são os esperados perdendo assim a sua credibilidade.

### **2.2.3.1.2. Filosofia Toyota**

A filosofia Toyota pode ser explicada através dos 4P (*Philosophy, People, Problem Solvin e Process*) e dos 14 princípios que os sustentam (João Paulo Pinto, 2009). Os 4P e os princípios que os sustentam são explicados ainda que de uma forma sucinta nos pontos seguintes.

#### **I. Filosofia como base (Liker J. K. et al, 2004)**

1. *“Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo”*

#### **II. O processo certo produzirá os resultados certos (Liker J. K. et al, 2004)**

2. *“Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona”*
3. *“Usar sistemas “pull” para evitar superprodução.”*
4. *“Nivelar a carga de trabalho.”*
5. *“Construir uma cultura de parar e resolver problemas para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa.”*
6. *“Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacidade dos funcionários.”*
7. *“Utilizar controlo visual para evitar que fiquem problemas ocultos.”*
8. *“Usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda a funcionários e processos.”*

#### **III. Valorização da organização através do desenvolvimento dos seus funcionários e parceiros (Liker J. K. et al, 2004)**

9. *“ Desenvolver líderes que compreendem completamente o trabalho, vivam a filosofia e a ensinem aos outros.”*
10. *“Desenvolver pessoas e equipas excepcionais que sigam a filosofia da empresa.”*
11. *“Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar.”*

IV. A solução contínua da raiz dos problemas conduz à aprendizagem organizacional (Liker J. K. et al, 2004)

- 12. “Ver por si mesmo para compreender completamente a situação.”
- 13. “Tomar as decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções, implementa-las com rapidez.”
- 14. “Tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua.”

2.2.3.1.3. Gestão Visual

“Quando existe um desvio do standard, este deve ser tornado óbvio, para que possam ser tomadas acções correctivas.”

O propósito da gestão ou controlo visual consiste em utilizar determinadas indicações visuais que tornem visíveis a toda a gente os inimigos da excelência operacional (desperdício, variabilidade e inflexibilidade), para que se possam tornar de imediato acções correctivas (Mel Adams et al, 1999). A gestão visual pode e deve ser utilizada em todos os locais, gemba (palavra Japonesa que significa “chão de fábrica”), escritórios, refeitórios, armazém, etc. Os sinais visuais podem aparecer em diferentes formas, através de sombras das ferramentas num quadro, marcas pintadas no chão ou paredes, semáforos, luzes andom (luzes utilizadas por exemplo nas máquinas e que são accionadas quando alguma coisa não está bem), roupa/farda de diferentes cores, quadros, etc. A informação visual utilizada deve ser o mais simples possível para que num relance o operador receba a informação necessária, sem dúvidas nem hesitações (João Paulo Pinto, 2009). Em geral as práticas 5 S (abordado no ponto 2.2.4.2) são um bom impulsor da prática do controlo visual.



Figura 2.14 - Exemplo de gestão visual utilizado na TAP ME

Alguns dos benefícios da gestão visual são:

- I. Informação clara e fácil de interpretar;
- II. Fácil comunicação entre equipas de trabalho;
- III. Resposta rápida a anomalias;
- IV. Maior autonomia dos colaboradores;
- V. Redução de falhas/erros;
- VI. Mudança cultural;
- VII. Criação de um ambiente dinâmico de melhoria;

Os tópicos geralmente abordados no controlo visual são os seguintes:

- Segurança;
- Formação e treino;
- Medição da produtividade;
- Dados e evolução da produção;
- Desempenho do processo;
- Limpeza;
- Dados da qualidade, defeitos, desperdícios;
- Melhorias e sugestões;

#### **2.2.3.1.4. Processos Estáveis e Normalizados**

*“Eu prefiro que todos vocês façam mal esta operação mas de forma igual, do que ter uns a fazer bem e outros mal” (João Paulo Pinto, 2009).*

A afirmação anterior parece estranha, no entanto, ela pretende demonstrar que se uma organização possuir todos os colaboradores ao mesmo nível não haverá variação no produto final. Ao não haver variação no produto final a organização consegue prever os resultados assim como os custos. Se os colaboradores não estão a efectuar a operação de forma correcta será necessário efectuar acções de formação onde todos os colaboradores participem, estas acções de formação permitiram alcançar uma melhoria, melhoria progressiva e comum à organização.

O objectivo de qualquer organização é possuir desvios padrões pequenos, ao diminuir o desvio padrão consegue-se processos mais estáveis através da diminuição da variabilidade. A variabilidade é uma das inimigas de qualquer organização e pode ser definida como qualquer flutuação não prevista que iniba o fluxo de operação.

As organizações devem possuir procedimentos documentados para operar os equipamentos e produzir os produtos, todos os colaboradores devem estar aptos para efectuar todas as tarefas. Desta forma, a organização conseguirá diminuir a variabilidade dos produtos, conseguindo produtos com qualidade/característica constantes independentemente

de quem é o operador. Com esta forma de trabalhar os colaboradores aprendem de uma forma mais fácil as novas tarefas, conseguindo substituir-se uns aos outros.

Todas as operações devem possuir um standard (evitando variações), quando se detecta que esse processo pode ser efectuado de uma forma diferente, melhor que a anterior, essa deve ser tornada a forma standard, quer isto dizer, todos passarão a efectuar o trabalho consoante este novo standard. Esta forma de trabalhar pode ser compreendida através do ciclo PDCA, onde a cada volta do ciclo deve registar-se o conhecimento e as boas práticas promovendo a uniformização através da criação de standards, ciclo SDCA, como demonstra a Figura 2.15.

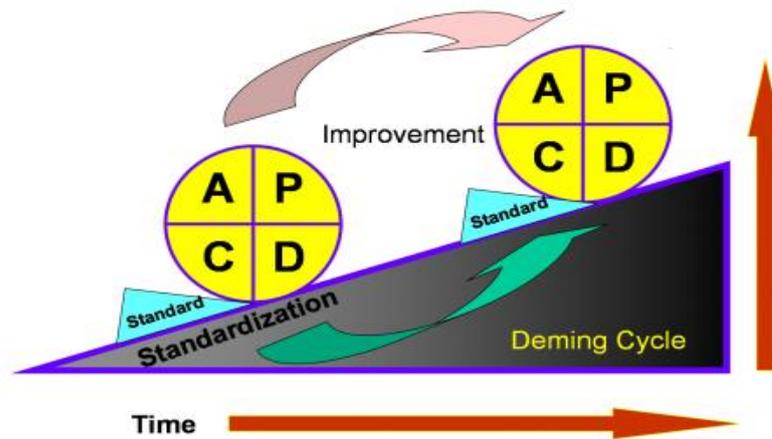


Figura 2.15 - Ciclo SDCA

### 2.2.3.1.5. Heijunka - Produção Nivelada

*Heijunka* é um termo Japonês que significa tornar suave ou estável, aplicado à produção este termo está associado ao nivelamento da mesma. Para melhor se compreender o significado do heijunka, ou produção nivelada, é necessário compreender o significado e importância de uma outra filosofia, o *takt time*.

#### 2.2.3.1.5.1. Takt time

O *takt time* também conhecido como o *takt* do cliente não é mais que um valor utilizado para sincronizar a produção com a procura. *Takt* é uma palavra de origem alemã que significa “ritmo”, de facto, é isso que o *takt* mede, o ritmo que a produção deve ter para satisfazer a procura. O *takt time* pode ser calculado para produtos individuais ou grupos de produtos que se realizam na mesma linha de produção (Fawaz A. et al, 2006).

O *takt time* é calculado dividindo o tempo total disponível pela procura total do cliente, como é possível verificar na equação 2.1. Ao tempo disponível devem ser subtraídas todas as paragens programadas, pausas, reuniões, manutenção preventiva, etc.

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponivel\ (total)}{Procura\ do\ cliente\ (total)} \quad Eq.\ (2.1)$$

Outra variável importante é o tempo de ciclo, tempo de ciclo é definido como sendo o tempo entre duas peças consecutivas e é definida pela operação mais demorada no ciclo (Mark Eaton, 2009). O tempo de ciclo e o *takt time* permitem ainda calcular o número de trabalhadores para efectuar uma determinada tarefa, como demonstra a equação 2.2.

$$N^{\circ}\ de\ trabalhadores\ previstos = \frac{Tempo\ Ciclo}{Takt\ time} \quad Eq.\ (2.2)$$

Existe ainda um outro termo, o *lead time*. O *lead time* é o tempo total de produção de um determinado produto desde o momento que entra no processo até que sai.

Por exemplo, imagine-se que para produzir um determinado produto este passava por quatro fases distintas, corte, revestimento, pintura e embalagem. A primeira peça entra no corte e demora 20 segundos a estar terminada. Acabado o corte a peça vai ao revestimento, demorando 30 segundos a concluir a tarefa. Acabado o revestimento é altura da pintura que demora 45 segundos, por fim, o embalagem demora 15 segundos. Portanto, o tempo de ciclo do corte é de 20 segundos, o do revestimento é de 30 segundos, a pintura tem um tempo de ciclo de 45 segundos e por fim o tempo de ciclo do embalagem é de 15 segundos.

A pintura é a operação que possui um tempo de ciclo mais elevado, logo, essa tarefa define o tempo de ciclo de produção desta peça. Este tempo de ciclo é também conhecido como estrangulamento, uma vez que “o tempo de ciclo é o tempo de execução da operação ou operações na máquina/posto mais lento, em outras palavras, é o ritmo máximo possível” (Roberto dos R. Alvarez et al 2001). O *lead time* desta peça é a soma de todos os tempos, desde que a peça começa a ser trabalhada até que está pronta, o *lead time* é de 110 segundos.

O tempo de ciclo de uma sequência nunca pode ser superior ao *takt time* sob pena de o produto final sofrer atrasos na entrega ao cliente, da mesma forma, o tempo de ciclo não deve ser muito inferior ao *takt time*, isso implica que há uma baixa utilização de recursos, ou seja, estamos perante desperdício.

Outro conceito importante de perceber é o de *pitch time*. Regra geral, os produtos são entregues em lotes pequenos e não individualmente, *pitch* é a quantidade mínima que o cliente espera receber no lote e o *pitch time* é o tempo necessário para produzir esse lote. O *pitch time* pode ser calculado tendo em conta a equação 2.3 (Fawaz et al, 2006).

$$Pitch\ Time\ [min] = \frac{Takt\ time\ [s] \times Tamanho\ do\ lote}{60} \quad Eq.\ (2.3)$$

- **Takt time Versus Tempo de Ciclo**

Uma determinada organização produz 120 unidades por dia (8 horas), para a produção dessas unidades elas passam por quatro etapas, A, B, C e D, como representa a Figura 2.16. O tempo de ciclo de cada uma das etapas é;

$$T_A = 2min; T_B = 2,5min; T_C = 3min; T_D = 1min;$$

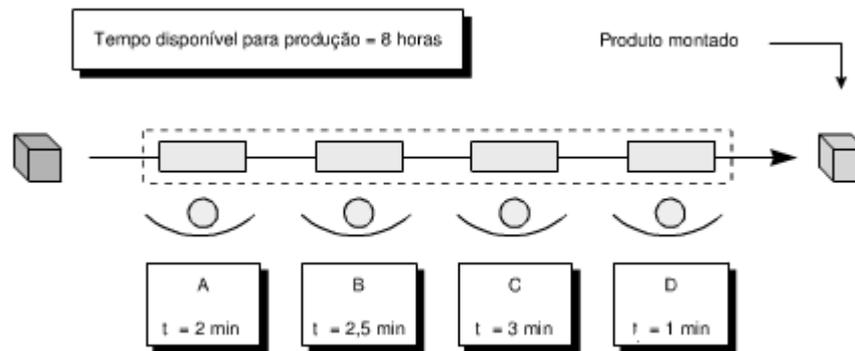


Figura 2.16 - Exemplo de uma linha de produção

Fonte: Roberto do R. Alvarez et al, 2001

Analisando os tempos de ciclo das quatro etapas verificamos que o tempo de ciclo é de 3 minutos.

O *takt time* obtido é o seguinte:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponivel\ (total)}{Procura\ do\ cliente\ (total)} = \frac{480}{120} = 4min \quad Eq.\ (2.4)$$

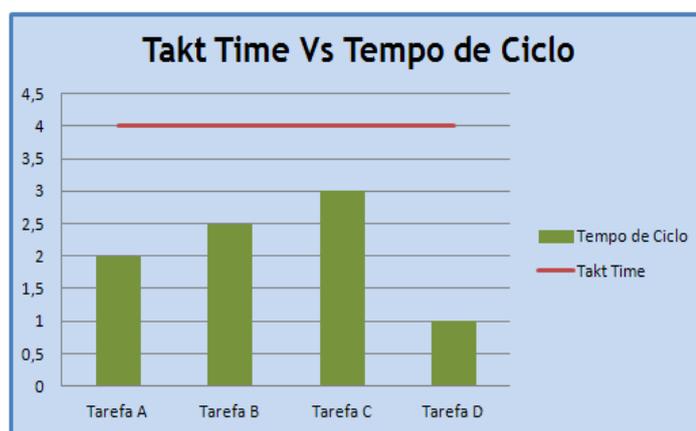


Gráfico 2.1 - Takt Time Versus Tempo de Ciclo

Nesta situação verifica-se que o tempo de ciclo não é superior ao *takt time* de produção (Gráfico 2.1), pelo que não haverá problemas em cumprir com o planeado. No entanto, a tarefa D necessita de ser analisada uma vez que o seu tempo de ciclo é muito

inferior ao *takt time*, o que representa a presença de um desperdício, por exemplo, subcarga, baixa utilização de recursos.

Considerando agora que a organização recebeu uma nova encomenda que a leva a produzir não 120 unidades diárias mas 240. Dessa forma o *takt time* será:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponivel\ (total)}{Procura\ do\ cliente\ (total)} = \frac{480}{240} = 2min \quad Eq.\ (2.5)$$

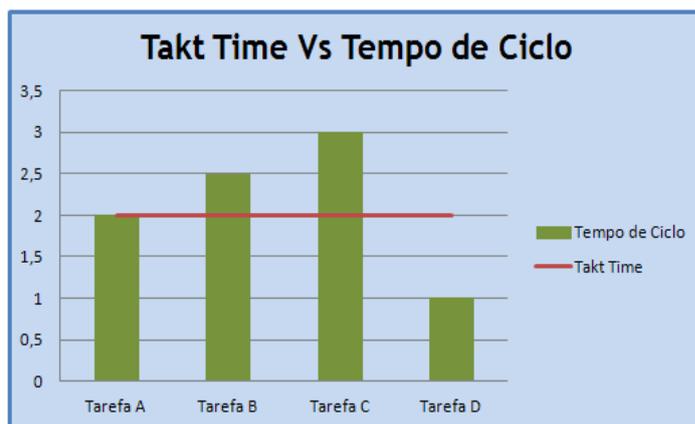


Gráfico 2.2 - *Takt Time* Versus Tempo de Ciclo

Para esta situação verifica-se que o tempo de ciclo é superior ao *takt time* de produção (Gráfico 2.2), ou seja, estamos perante uma sobrecarga e os prazos de entrega não serão cumpridos. As tarefas B e C representam estrangulamentos no processo produtivo, a organização deverá analisar estas actividades e proceder a melhorias que permitam que as tarefas B e C possam cumprir com o *takt time*, caso não seja possível (ou rentável) efectuar tais melhorias o processo produtivo não será regido pelo *takt time* mas pelo tempo de ciclo, neste caso o tempo da tarefa C.

*“Estas condições sugerem que a empresa deverá constantemente ajustar o tempo de ciclo dos seus processos ao takt time para, simultaneamente, satisfazer a procura e garantir uma adequada taxa de ocupação dos seus recursos.*

*Para sincronizar o tempo de ciclo com o takt time, a produção deverá ser nivelada. Em alguns casos utiliza-se um quadro sinalizador de avisos, conhecido como andon. Este quadro associado a um temporizador, permite sincronizar o tempo de ciclo dos processos e, assim, possibilita um maior controlo visual, que alerta quando a produção esta atrasada em relação à procura” (João Paulo Pinto, 2009).*

### 2.2.3.1.5.2. Heijunka

A programação *heijunka* envolve o nivelamento da carga de trabalho de forma a garantir um fluxo contínuo de materiais e informação pela fábrica, evitando desta forma

picos de trabalho ou períodos de baixa produção, pode ser aplicado à organização ou aos trabalhadores individualmente (Bradley R. Staats et al, 2010).

A filosofia *heijunka* é melhor compreendida através de um exemplo. Supondo que uma determinada organização produz os produtos A, B e C. A organização em causa recebeu uma encomenda de 30 unidades, 15 do tipo A, 10 do tipo B e 5 do tipo C, como representa a Figura 2.17.

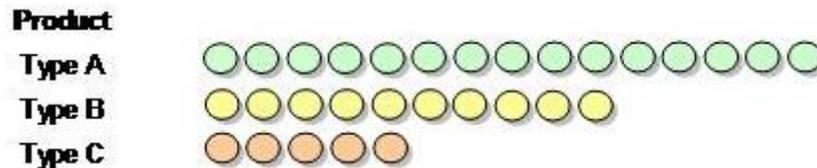


Figura 2.17 - Heijunka - Encomenda

O primeiro passo é calcular o *takt time*. O tempo disponível total é de 8 horas diárias durante 5 dias da semana, a procura do cliente é de 30 unidades, sendo assim, o *takt time* é o seguinte:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponivel\ (total)}{Procura\ do\ cliente\ (total)} = \frac{240 \times 5}{30} = 40min \quad Eq.\ (2.6)$$

O *takt time* obtido é de 40 minutos, tendo em conta este tempo uma abordagem possível é produzir todas as unidades do tipo A, no final efectuar o *setup* (troca de ferramentas) e produzir todas as unidades do tipo B, realizar novamente o *setup* e por fim realizar as unidades do tipo C, como representa a Figura 2.18.



Figura 2.18 - Heijunka - Abordagem tradicional

*“Ao produzir desta forma, embora minimizando o impacto dos setups, a empresa estará a acumular elevadas quantidades de stocks de diferentes produtos, e se pelo meio do turno for necessário efectuar alterações tal não será possível dada a inflexibilidade do processo produtivo.”*

Esta abordagem tem associada a si quatro problemas (João Paulo Pinto, 2009):

1. *“Os clientes normalmente não compram artigos com previsão constante, e se há alguma certeza, ela diz que as previsões estão completamente erradas;”*
2. *“O risco de ter produtos por vender que têm de ser guardados em stock;”*
3. *“O uso de recursos não está balanceado;”*

4. “Os defeitos/falhas de qualidade tendem a propagar-se pelos lotes e quanto maiores forem, maior será a “contaminação”. Com um fluxo contínuo ou unitário de peças, ao primeiro defeito/falha o sistema de produção pára e não são fabricadas mais peças até que primeiro se identifiquem as causas dos problemas e estes se resolvam;”

Utilizando agora a filosofia *heijunka* a produção seria efectuada como representada a Figura 2.19.



Figura 2.19 - Heijunka - Abordagem Nivelada

Através desta programação é possível nivelar a carga de trabalho, permitindo que o sistema de fabrico ganhe maior flexibilidade, qualidade e um melhor desempenho operacional. Os colaboradores da organização não terão de realizar tarefas repetidamente ao longo do turno. Os tempos de espera nas filas de produção serão reduzidos, o fluxo contínuo de produção melhora e desta forma teremos um sistema de ritmo sofisticado para sincronizar o sistema de fabrico com o mercado.

- **Heijunka Box**

O *heijunka box* é um sistema visual de informação do género de uma tabela, as linhas representam os produtos e as colunas períodos de tempo (por exemplo o *pitch time*). Estes quadros são geralmente utilizados para disciplinar os operários que abastecem as áreas produtivas, que, conseqüentemente, são também disciplinadas (João Paulo Pinto, 2009). A Figura 2.20 representa um exemplo de uma *heijunka box*.

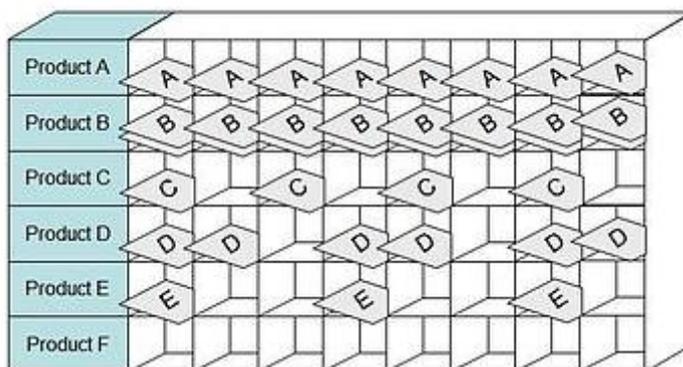


Figura 2.20 - Heijunka Box

Fonte <http://www.freewebs.com/leanemportugal/>

*“O funcionamento da caixa heijunka ocorre em duas etapas. Primeiro, o responsável pela programação coloca os kanban transporte (abordado no ponto 2.2.3.5.3) nos locais correspondentes. Depois, um operário encarregado pela movimentação de materiais vai ao quadro, em intervalos regulares e retira os kanban de transporte, desencadeando uma serie de actividades...” (João Paulo Pinto, 2009).*

### **2.2.3.2. Just In Time**

#### **2.2.3.2.1. Introdução**

Jean de La Fontaine defendia que *“Não se pode vender a pele do urso antes de este ser morto”*. Com a aplicação desta filosofia corremos o risco de matar o urso e não existir um cliente para a pele. Uma vez morto, a pele terá de ser retirada e armazenada até que exista um cliente para ela. Com o armazenamento da pele os custos da pele aumentam, custos de armazenamento, custo de qualidade e no final pode ocorrer a situação de não aparecer nenhum cliente.

Por outro lado, a filosofia *Just in time* (JIT) defende precisamente o contrário, *“Não matar o urso até lhe ter vendido a pele”* (Courtois et al 1997).

O JIT é uma filosofia de produção que consiste em produzir apenas o que é necessário quando necessário. O JIT é ao mesmo tempo, uma filosofia, um conjunto de técnicas e um método de gestão. Segundo Ohno (1988) o sistema JIT pode ser dividido em duas componentes, o sistema Kanban e o nivelamento da produção, heijunka, no entanto, para se atingir o completo JIT é necessário compreender e adaptar algumas formas de trabalhar.

#### **2.2.3.2.2. Trabalhar em Fluxo Contínuo**

Eiji Toyoda ficou impressionado com as grandes quantidades de stock que existiam entre os processos na Ford Motor Company em 1950 (Liker J. K. et al, 2004). Para evitar os longos tempos de *setup*, algumas organizações optam por produzir lotes de grandes dimensões. Ao adoptar esta filosofia a organização está a diminuir o impacto dos *setups*, mas aumenta o *lead time* dos produtos. Esta forma de trabalhar é comumente denominada de *“trabalhar em fluxo intermitente”*.

O fluxo contínuo é uma abordagem diferente, o lote de peças a produzir deve ser mínimo, o ideal (no limite) é ter lotes de uma unidade, produção peça a peça (Mel Adams e tal, 1999). *“Para melhor se perceber a diferença entre estas duas abordagens considere-se como exemplo um lote de 100 peças processado por três máquinas. Cada posto de trabalho demora dois minutos para executar a peça”* (João Paulo Pinto, 2009).

Utilizando uma abordagem em fluxo intermitente o *lead time* será de 600 minutos, como é possível ver na equação 2.7.

$$\text{Lead time} = (2 \times 100) \times 3 = 600 \text{ min} \quad \text{Eq. (2.7)}$$

O *lead time* é de 600 minutos porque nesta filosofia o lote só avança para a tarefa seguinte quando todos os produtos do lote completaram a tarefa anterior. Neste caso, a tarefa 2 só é iniciada quando a tarefa 1 estiver finalizada, isso, só ocorre quando as 100 unidades do lote forem trabalhadas, o que levará 200 minutos. O lote passa por três etapas de 200 minutos cada, possuindo então o *lead time* de 600 minutos.

Por outro lado, utilizando uma abordagem em fluxo contínuo com lotes de uma unidade o *lead time* será de 204 minutos (como representa a equação 2.8), ou seja, uma redução de 66%. No final de seis minutos a primeira peça estava pronta e seria entregue ao cliente, ao contrário dos 402 minutos (tempo que leva a estar concluída através da abordagem em fluxo intermitente). Com a aplicação do fluxo contínuo a partir dos seis minutos (altura em que a primeira peça esta concluída), a cada dois minutos uma peça está concluída e pode ser entregue ao cliente.

$$\text{Lead time} = (2 \times 99) + 6 = 204 \text{ min} \quad \text{Eq. (2.8)}$$

O fluxo contínuo é um processo mais flexível que o fluxo intermitente. Se por alguma razão o cliente no final de 150 minutos cancelar a encomenda, no fluxo contínuo o cliente já tinha 72 peças e apenas duas seriam armazenadas como inacabadas, por outro lado, no fluxo intermitente o cliente ainda não possui nenhuma peça e todo o lote teria de ser armazenado como peças inacabadas. Outro problema associado ao fluxo intermitente é que quanto maior for o lote emitido pela fábrica, maior é a propagação de erros (quando estes acontecem), com lotes pequenos estes eventuais erros são pouco propagados e facilmente eliminados (João Paulo Pinto, 2009).

### 2.2.3.2.3. Kanban

*Kanban* é um termo Japonês que significa “anotação visível”, ou de uma forma mais universal *kanban* significa “cartão”. Na sua essência, *kanban* é um sistema visual que se baseia no princípio que nenhum posto de trabalho está autorizado a produzir sem que o seu cliente (interno ou externo) autorize (T. Melton, 2005).

O sistema *Kanban* foi desenvolvido pela Toyota em 1950 como forma de minimizar os custos com material em processamento e reduzir os stocks entre processos. O sistema *kanban*

surge associado a um mecanismo capaz de estabelecer a informação que transmite as necessidades do posto a jusante ao posto a montante (Schonberger, 1982).

As organizações utilizam geralmente dois tipos de *kanban*, *kanban* de produção e *kanban* de transporte. Para além dos dois *kanban* referidos anteriormente pode ainda ser considerado mais um *kanban*, o *kanban* de fornecedor (Jan Riezebos et al, 2009).

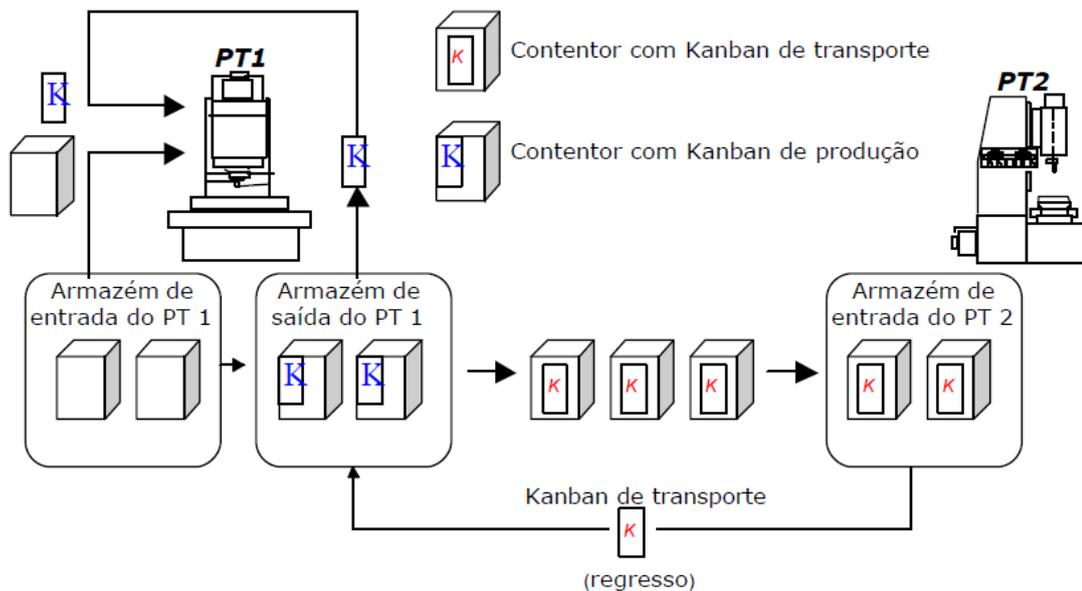


Figura 2.21: Aplicação do sistema *kanban*

O sistema *kanban* pode ser melhor compreendido através do exemplo presente na Figura 2.21. Neste exemplo estão presentes dois postos de trabalho,  $P_{T1}$  e  $P_{T2}$ . Quando o  $P_{T2}$  começa a trabalhar num contentor de peças retira-lhe o *kanban* de transporte e envia-o para o  $P_{T1}$ , dando, desta forma autorização a que um novo contentor seja transportado de  $P_{T1}$  para o  $P_{T2}$ . Quando o contentor sai de  $P_{T1}$  é enviado um *kanban* de produção que dá autorização a que um novo contentor de peças seja produzido em  $P_{T1}$ .

Os *kanban* são um sistema visual, como tal, podem variar, desde os clássicos cartões a *kanban* electrónico. Os *kanban* frequentemente utilizados são os seguintes:

- **Cartão** - São os mais comuns dos *kanban*, podem assumir três formatos, *kanban* de transporte, *kanban* de produção e *kanban* de fornecedor;

Peça Nº <b>P4210</b>	Descrição <b>Caixa longa</b>
Origem <b>Área T1out</b>	Destino <b>Área M1in</b>
Tipo de contentor <b>C2</b>	Peças por contentor <b>25</b>

Figura 2.22 - *Kanban* de transporte

		Peça Nº <b>SP4210</b>
		Descrição <b>Caixa longa</b>
Contentor <b>C2</b>	Peças <b>25</b>	Armazém de Saída <b>Área T1out</b>

Figura 2.23 - Kanban de produção

Fornecedor <b>FPC</b>		Peça Nº <b>SP4210</b>
Contentor <b>C2</b>	Peças <b>25</b>	Descrição <b>Caixa longa</b>
Código de Barras 		Local de entrega <b>Armazém 1</b>

Figura 2.24 - Kanban de fornecedor

- **Marcas pintadas no chão** - “Neste tipo, existem espaços reservados à armazenagem do produto logo na saída da estação de trabalho. Quando o produto é retirado, o operador tem permissão para produzir. Assim que todos os espaços forem preenchidos, deve parar-se a produção” (João Paulo Pinto, 2009);
- **Sistema de duas caixas** - “Também conhecido como sistema de kanbans fixos, neste modelo, são colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário no bordo de linha., tendo fixado, em cada um deles um kanban do tipo cartão. O contentor é recolhido quando fica vazio e devolvido ao bordo de linha preenchido com o mesmo material, na quantidade indicada na etiqueta” (João Paulo Pinto, 2009);
- **Indicação Luminosa** - “O operador acciona um comando luminoso no seu posto de trabalho cada vez que consome um produto. O sinal é transmitido até à estação de produção daquele artigo, onde será acesa uma luz para cada unidade a ser produzida. O operário da estação fornecedora por sua vez, aperta um botão por cada unidade que produz, fazendo com que as luzes vão se apagando” (João Paulo Pinto, 2009);
- **Modelo e-kanban** - “O sinal é transmitido através do sistema de informação da empresa” (João Paulo Pinto, 2009);

A aplicação do sistema *kanban* traz vantagens para as organizações ([www.freewebs.com/leanemp Portugal](http://www.freewebs.com/leanemp Portugal)), tais como:

- Uma rápida circulação entre postos de trabalho, da informação respeitante circulação;

- Uma grande intersecção entre os vários postos de trabalho, como consequência da sua grande interdependência;
- Uma melhor adaptação da produção à procura;
- Melhor serviço aos clientes, que se traduz em uma diminuição dos prazos de entrega;
- Uma descentralização do controlo da produção que se efectua directamente na área fabril, levando a uma maior simplificação e ao mesmo tempo uma diminuição das necessidades de ordens de fabrico;
- Uma diminuição dos inventários que se reflecte numa maior facilidade de contabilização do inventário, mais espaço físico desocupado entre postos de trabalho, uma maior facilidade de gestão dos inventários e uma reacção mais rápida a alterações;

No entanto, para que seja possível a aplicação do sistema *kanban* é necessário que exista:

- Um *layout* dos postos de trabalho;
- Tempos de preparação de máquinas curtos;
- Supressão de imprevistos;
- Desenvolvimento e extensão das relações entre clientes e fornecedores a todo o processo;
- Polivalência dos colaboradores, obtida através de formação;
- Evolução ao nível dos produtos, isto é, torna-se necessário normalizar os componentes, subconjuntos constituintes do produto.

O sistema *kanban* também tem os seus constrangimentos, existem materiais que devido ao seu valor muito elevado requerem um tratamento especial e não se pode aplicar esta filosofia, o mesmo ocorre para materiais frágeis que requerem um manuseamento especial. Deve existir um cuidado especial quando se aplica o sistema *kanban* a linhas, ou sequências muito extensas, podemos estar a aumentar muito os stocks na fase inicial (João Paulo Pinto, 2009).

#### **2.2.3.2.4. Pull Versus Push**

O sistema *pull* (puxar) é uma forma de trabalhar onde o processo seguinte “puxa” o processo anterior, ou seja, o processo seguinte deve ser encarado como um cliente e o processo anterior só produz quando o seu cliente necessita e na quantidade que este necessita. O *pull* requer a utilização do sistema *kanban*, sem ele o sistema *pull* entra em ruptura de stock (Rachna Shah et al, 2007).

O sistema *push* (empurrar) é uma forma de trabalhar onde cada processo empurra materiais para o processo seguinte, o objectivo é manter todos os recursos ocupados, não importando se existe um cliente final ou não. Ao trabalhar desta forma estamos a gerar demasiado stock entre processos e no final podemos estar a trabalhar para armazém.

A Tabela 2.12 apresenta algumas das principais características dos sistemas *pull* e *push*.

Tabela 2.12 - *Pull Versus Push*

<i>Pull Versus Push</i>	
<i>Pull</i>	<i>Push</i>
A produção é controlada pela procura;	A produção é controlada com base em previsões;
Maior capacidade de responder a mercados permanentemente em mudança;	Incapaz de responder a imprevistos na procura;
Redução dos níveis de inventário;	Materiais obsoletos em stock;
Redução das fontes de variabilidade;	Excessiva variação nos processos de fabrico;
Reduzidos <i>lead times</i> ;	Baixos níveis de serviços;

Fonte: João Paulo Pinto, 2009

Quando se analisou o sistema *kanban* constatou-se que para linhas ou cadeias de produção longas o sistema *kanban* originava problemas. No sistema *pull*, esses problemas mantêm-se. Como forma de combater a ineficácia do sistema *pull* em economias de grande escala apareceu uma nova forma de trabalhar, o *push-pull*, esta forma de trabalhar alia as vantagens da aplicação do sistema *push* com as do sistema *pull*. No *push-pull*, a parte inicial da cadeia de fornecimento é gerida tendo por base previsões de longo prazo, enquanto que as fases finais da cadeia de fornecimento são geridas por ordens/pedidos dos clientes (João Paulo Pinto, 2009), como representa a Figura 2.25.

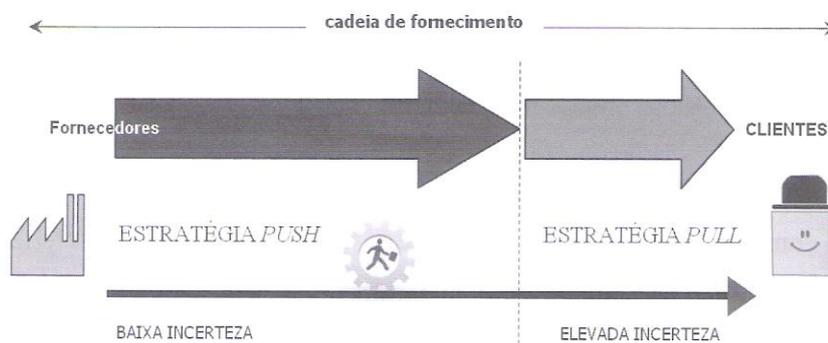


Figura 2.25 - Sistema *Push-Pull*

Fonte: João Paulo Pinto, 2009

### 2.2.3.2.5. Mizusumashi

*Mizusumashi* é um termo Japonês utilizado para descrever o meio de transporte de materiais que irão abastecer a área produtiva. *Mizusumashi* é conhecido como o “*comboio logístico*”. O comboio logístico é assim designado porque a um determinado carro vão atrelados vários reboques (carruagens) com materiais para abastecer as áreas produtivas.

O comboio logístico percorre toda a organização produtiva e distribui os materiais pelas várias áreas de uma só vez. Segundo João Paulo Pinto, o comboio logístico pode ser comparado com o metro, tem rotas definidas, horários bem definidos e passa com frequência. Inversamente ao comboio logístico temos os tradicionais empilhadores, estes podem ser comparados com os táxis, menos assecíveis que o metro, passa o dia a andar de um lado para o outro, não tem horários definidos nem rotas, andam muitas vezes vazios e “*quando se precisa de um, nunca aparecem*” (João Paulo Pinto, 2009).

Nas organizações existem ainda os supermercados, zonas colocadas estrategicamente nas organizações onde são armazenados materiais, peças, etc. Estes supermercados podem ainda ser a interface entre os processos internos e cliente externo (Fawaz A. et al, 2009).

### 2.2.3.2.6. Layout Celular

Neste tipo de abordagem o equipamento e os postos de trabalho são dispostos numa área de trabalho limitada para facilitar a produção em pequenos lotes e em fluxo contínuo.

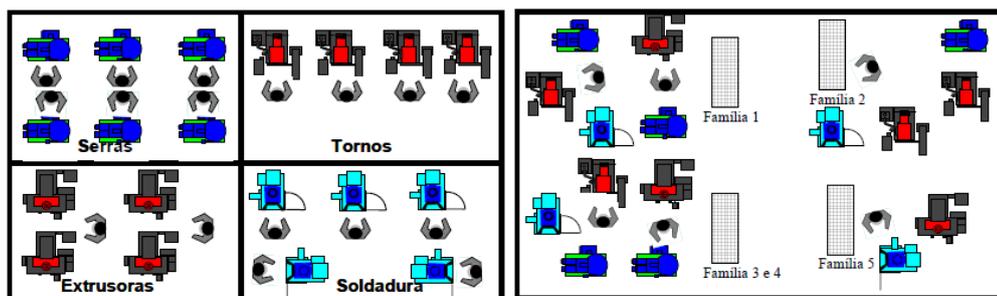


Figura 2.26- Fluxo tradicional Vs fluxo celular

Fonte: [www.freewebs.com/leanempportugal](http://www.freewebs.com/leanempportugal)

Num fluxo tradicional, as operações estão agrupadas por grupo de máquinas, ou seja, em cada grupo estão agrupadas máquinas da mesma família. Na Figura 2.26 (esquerda) é possível ver um exemplo de um fluxo tradicional, existem quatro famílias de equipamentos e o *layout* é efectuado tendo em conta esses equipamentos. Por outro lado, o fluxo celular não é efectuado tendo por base os equipamentos, mas sim o produto. O fluxo celular está disposto segundo a ordem de operações que um produto está sujeito até estar completo (cada célula representa uma pequena linha de montagem). Na Figura 2.26 (direita) é possível ver

um fluxo celular. Uma das formas mais comuns de dispor a célula é em U, a Figura 2.27 é um exemplo de uma célula em U.

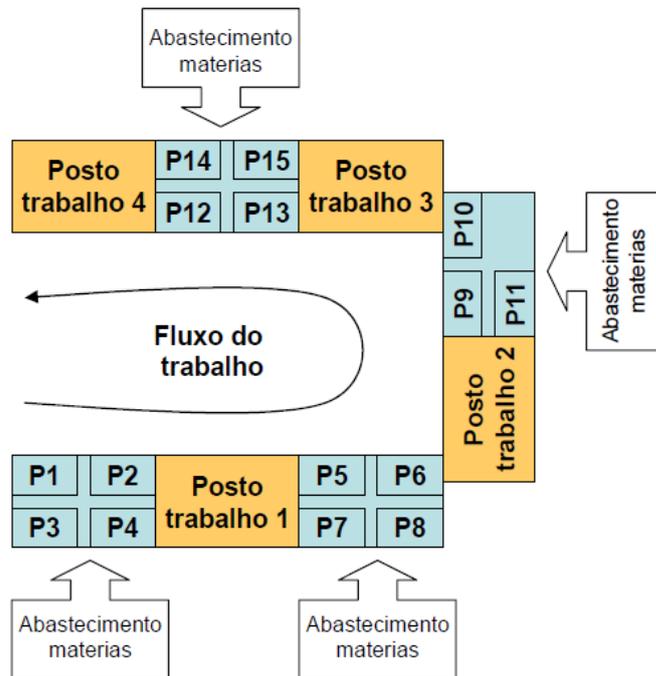


Figura 2.27 Célula em U

Fonte: [www.freewebs.com/leanemportugal](http://www.freewebs.com/leanemportugal)

Com a utilização do fluxo contínuo todas as operações para montar um conjunto ou um subconjunto são realizadas muito próximas umas das outras, desta forma, consegue-se que os tempos de transferência entre operações sejam quase nulos. Em caso de anomalias estas são facilmente identificadas e eliminadas. Os colaboradores devem possuir formação para poder executar qualquer tarefa dentro da célula.

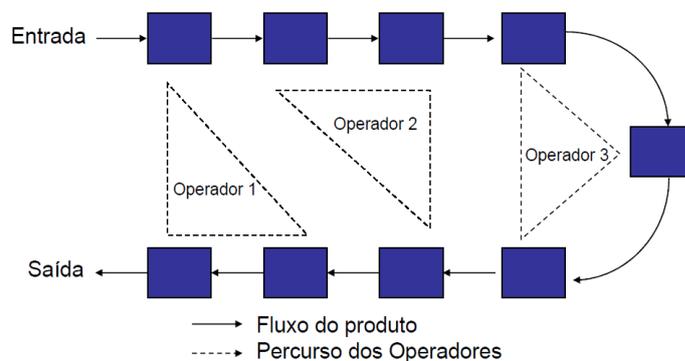


Figura 2.28 - Célula de Produção

Fonte: [www.freewebs.com/leanemportugal](http://www.freewebs.com/leanemportugal)

### 2.2.3.2.7. Total Productive Maintenance

O *Total Productive Maintenance* (TPM) surgiu nos anos 60 pelas mãos da companhia japonesa “Nippondenso”, fornecedora de componentes da Toyota. A Toyota adoptou esta filosofia a partir da década 60, como forma de apoiar o JIT.

O principal objectivo do TPM é a eliminação das perdas originadas por falhas dos equipamentos através do envolvimento de todos nas actividades de manutenção.

O TPM assenta em cinco principios chave ([www.freewebs.com/leanemportugal](http://www.freewebs.com/leanemportugal)), sendo eles os seguintes:

- Maximizar a eficacia global do equipamento;
- Estabelecer um completo sistema de manutenção preventiva (abordado com mais ênfase na capitulo) dos equipamentos durante todo o seu ciclo de vida;
- Implementado conjuntamente pela Direcção, Produção, Manutenção e Engenharia (O TPM é transversal à estrutura funcional da organização);
- Participação de todos os empregados, desde a gestão ao *gemba*;
- Implementação baseada em actividades de pequenos grupos;

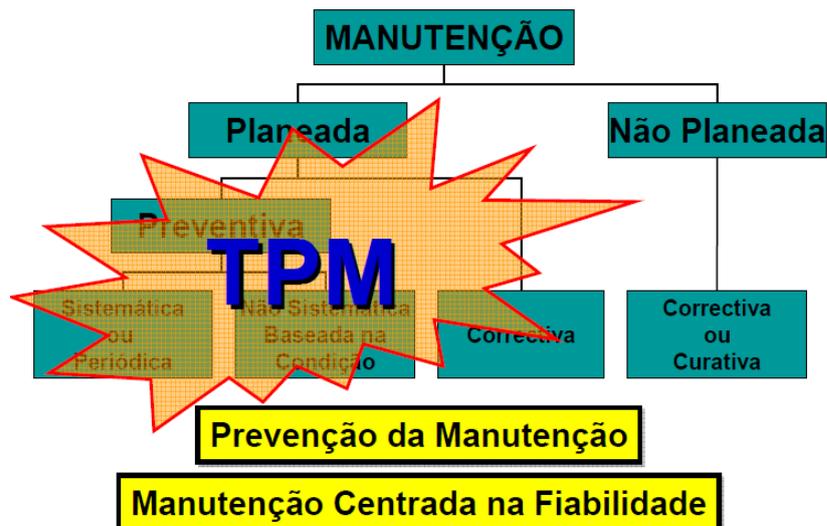


Figura 2.29 - Base do TPM - Manutenção planeada

Fonte: [www.freewebs.com/leanemportugal](http://www.freewebs.com/leanemportugal)

- Eficácia Global do Equipamento - OEE

A eficácia global do equipamento, OEE (*Overall Equipment Efficiency*), é um KPI que mede o desempenho de um equipamento (ou conjunto de equipamentos).

Um equipamento está sujeito a “seis grandes perdas”;

1. Falha/avaria do equipamento;
2. Perdas de tempo para mudanças e ajustes;

3. Espera ou pequenas paragens devidas a outras etapas do processo, a montante ou jusante;
4. Redução de velocidade/cadência relativamente ao originalmente planeado;
5. Defeitos no processo;
6. Redução de eficiência no arranque e mudanças de produtos;

Estas seis grandes perdas têm consequências, estas consequências podem ser analisadas na Figura 2.30.



Figura 2.30 - Consequências das “Seis Grandes Perdas”

Fonte: [www.freewebs.com/leanempportugal](http://www.freewebs.com/leanempportugal)

O tempo que o equipamento está disponível para produzir é medido pela disponibilidade. A capacidade do equipamento produzir à velocidade programada é medida pela eficiência. Por fim, a qualidade mede o grau de qualidade obtida pelo equipamento/processo. “A eficiência global do equipamento é maximizada pelos esforços em reduzir ou eliminar as “Seis Grandes Perdas” ([www.freewebs.com/leanempportugal](http://www.freewebs.com/leanempportugal)).

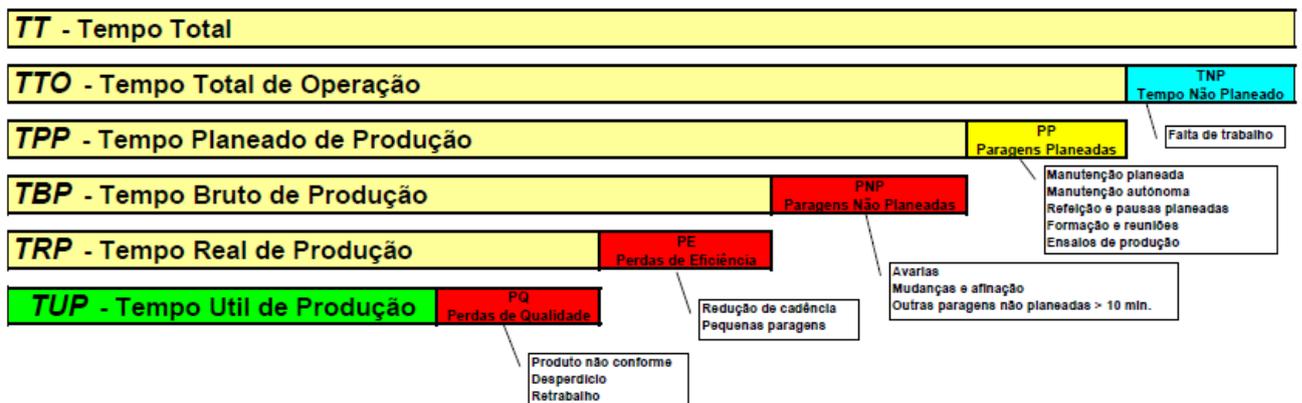


Figura 2.31 - Tempos de Produção

Fonte: [www.freewebs.com/leanempportugal](http://www.freewebs.com/leanempportugal)

Tendo em conta a Figura 2.31, o OEE é calculado segundo a equação 2.9:

$$OEE [\%] = Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade \quad \text{Eq. (2.9)}$$

$$Disponibilidade = \frac{TBR}{TPP} \quad \text{Eq. (2.10)}$$

$$Eficiência = \frac{TRP}{TBP} \quad \text{Eq. (2.11)}$$

$$Qualidade = \frac{TUP}{TRP} \quad \text{Eq. (2.12)}$$

### 2.2.3.2.8. Single Minute Exchange of Die

Como se viu posteriormente, uma das principais inovações da produção na Ford para a produção Toyota foi a capacidade de efectuar a troca de ferramentas de uma forma rápida, segura e exequível por todos. *Single Minute Exchange of Die* (SMED), é um método para reduzir de forma sistemática os tempos de preparação e a mudança de ferramentas. Com tempos de preparação mais curtos, uma máquina que teria problemas de estrangulamentos de funcionamento pode oferecer capacidade de produção suplementar.

Na Figura 2.32 estão apresentadas as 6 fases em que o SMED se desenrola.

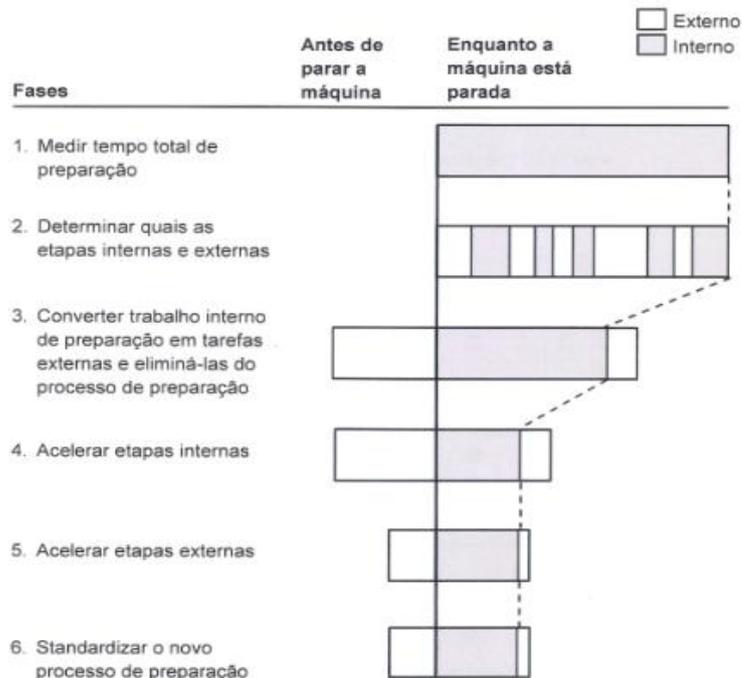


Figura 2.32 - SMED

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

### 2.2.3.2.9. Conclusão

O JIT é um conceito fácil de compreender, produzir e entregar o produto certo, no momento certo e na qualidade certa. No entanto, para que o JIT seja implementado é necessário alterar algumas formas de trabalhar vistas como as mais correctas até ao momento. É necessário que as inspecções, *rework* e stocks sejam reduzidos ao mínimo possível, no limite, algumas destas funções devem ser eliminadas. É também importante incutir um espírito de melhoria contínua na organização, onde todos sejam envolvidos, desde a gestão de topo até aos colaboradores do *gemba*.

### 2.2.3.3. Jidoka

*Jidoka* é uma filosofia de garantia da qualidade que coloca a responsabilidade de atingir as especificações e as normas nos postos de produção. *Jidoka* é um termo Japonês que pode ser traduzido como autonomização (Peter Bruun et al, 2003).

A filosofia *Jidoka* defende que os defeitos devem ser eliminados na fonte e que a produção deve parar quando surge um determinado problema, evitando assim a propagação do erro. O processo *jidoka* desenrola-se geralmente em três fases, a primeira fase consiste na detecção do erro (desvio do standard), depois de detectado o erro é soado um alarme (toda a gente é informada), por fim é efectuada uma resolução estruturada do problema.

Associado ao *jidoka* está geralmente outro termo, *poka-yoke*, este termo Japonês pode ser traduzido como “sistema à prova de erro” (João Paulo Pinto, 2009).

Geralmente o *poka-yoke* é obtido com a introdução de melhorias técnicas em equipamentos com o objectivo de reduzir a variabilidade nos processos e alcançar standards de qualidade de zero defeitos (Suzanne de Treville et al, 2005).

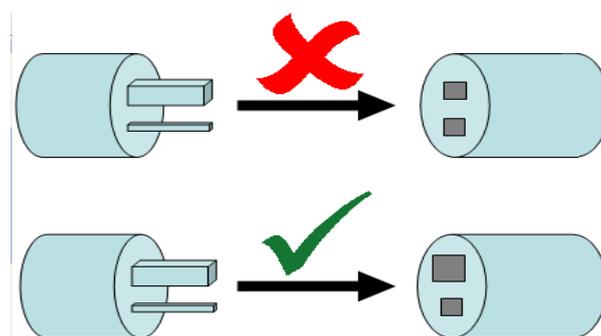


Figura 2.33 - Poka-Yoke

Fonte: <http://rhopcoacademia.blogspot.com/2010/09/modulo-12-poka-yoke.html>

Na Figura 2.33 estamos perante um exemplo de *Poka-yoke*, em que o encaixe só é permitido numa posição, a posição correcta. Para além deste exemplo, existem vários que frequentemente utilizamos no nosso dia-a-dia.

#### 2.2.3.4. Casa Toyota - Conclusão

Um edifício para que seja estável, seguro e capaz de suportar as “partidas” da natureza, tais como, tempestades, terremotos, etc., tem de possuir uma estrutura forte assente em pilares seguros.

Esta “metáfora” da “Casa Toyota” demonstra que não se deve pensar no “telhado” se não possuímos uma estrutura para o suportar. Primeiro é necessário possuir uma base onde assentar a casa, depois construir uns bons alicerces, alicerces esses que devem estar assentes em rocha firme e não em “areais movediças”. Construídos os alicerces, a casa deve possuir uns pilares seguros e capazes de suportar o nosso telhado. Quando finalmente a casa está construída é necessário não a deixar cair, ela deve ser remodelada constantemente e só dessa forma permanecerá segura.

A remodelação que a casa tem de sofrer constantemente representa a melhoria contínua a que uma organização deve estar sujeita. A melhoria contínua não se resume aos processos produtivos, deve a melhoria contínua envolver toda a organização desde a gestão de topo ao *gemba*. Outro factor importante é a formação dos colaboradores, só com colaboradores qualificados (para desempenhar as tarefas que executam) é que a organização consegue obter bons resultados. A qualificação dos colaboradores pode ser obtida através de acções de formação dadas pela própria organização.

Segundo João Paulo Pinto (2009) a entrada do lean em novos territórios, tais como os serviços obrigou a que a *Casa Toyota* sofre-se uma evolução, passando a *Casa Lean*, esta evolução levou à inclusão de dois novos “pilares”, a gestão da cadeia de fornecedores e o serviço ao cliente.

- “*Gestão da cadeia de fornecedores (SCM) - A cadeia de fornecimento envolve todas as organizações que estão empenhadas no fabrico ou prestação de serviços e é através de cada uma que o valor é criado e transferido para o cliente final*” (João Paulo Pinto, 2009.)
- “*Serviço ao cliente - Este conceito começou a ganhar popularidade a partir dos anos 90 e desde então a generalidade das filosofias de gestão tendem a incorporá-lo. O cliente final é a razão de viver de cada organização e é para ele que toda a cadeia se cordena e cria valor. Cada vez mais, o serviço é valorizado pelo cliente. O serviço é, portanto, um factor de diferenciação crítico para todas as organizações*” (João Paulo Pinto, 2009).

## 2.2.4. Ferramentas Lean

Algumas das ferramentas e filosofias lean foram apresentadas na “Casa Toyota”, no entanto, mais filosofias e ferramentas são utilizadas. Neste ponto serão abordadas mais algumas das ferramentas e filosofias lean.

### 2.2.4.1. Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma metodologia utilizada para identificar e desenhar os fluxos de informação dos processos e dos materiais ao longo de toda a cadeia de abastecimento (desde os fornecedores de matéria-prima até à entrega do produto ao cliente) com o objectivo de identificar os desperdícios e conceber soluções para os eliminar (Rother M. et al, 1999).

A aplicação do VSM permite visualizar os fluxos de materiais, informação e processos, facilitando a identificação e eliminação de desperdícios nas suas fontes. Para além dos desperdícios o VSM ajuda a identificar acções de melhoria assim como a priorizá-las. O VSM ajuda também a identificar as ferramentas *lean* mais adequadas (Fawaz A. e tal, 2006).

O VSM é considerado a porta de entrada para a implementação do lean (Figura 2.34).

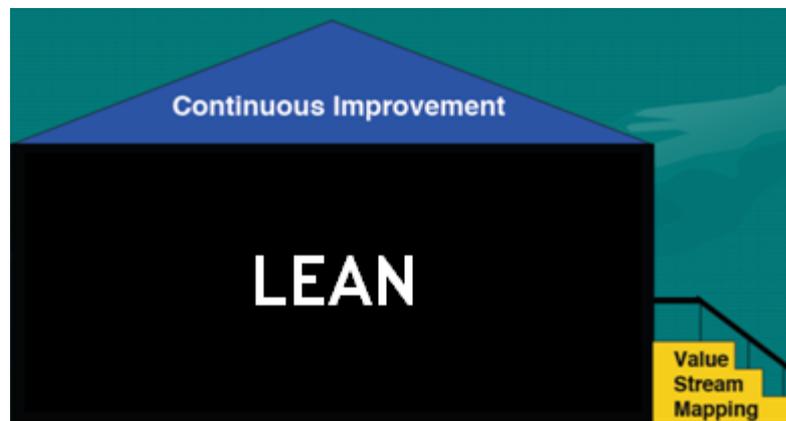


Figura 2.34 - Porta de entrada para o *lean*

Fonte: [www.freewebs.com/leanemportugal](http://www.freewebs.com/leanemportugal)

Esta ferramenta é utilizada para desenhar e identificar fluxos em vários ambientes, geralmente existem três tipos de VSM, o VSM de produção, VSM de concepção e o VSM de administrativo.

- VSM de Produção - Representa os vários fluxos desde a matéria-prima ao cliente final;
- VSM de Concepção - Representa os vários fluxos desde do conceito ao lançamento do produto;

- VSM Administrativo - Representa os vários fluxos desde da recepção da encomenda à expedição;

A realização de um VSM passa geralmente por duas etapas, primeiro realiza-se o VSM que identifica as condições actuais do fluxo de valor (VSM - Estado Actual). Com base neste VSM realiza-se outro para demonstrar aquilo que pretende no futuro (VSM - Estado Futuro).

A realização de um VSM obedece geralmente à sequência apresentada na Figura 2.35.

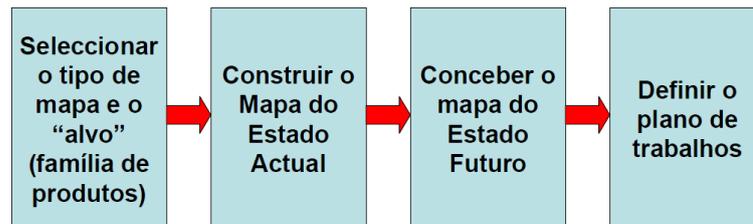


Figura 2.35 - Plano de realização do VSM

Fonte: [www.freewebs.com/leanempportugal](http://www.freewebs.com/leanempportugal)

- **VSM - Estado Actual**

O VSM do estado actual deve ser construído tendo em conta a Tabela 2.13.

Tabela 2.13 - Princípios e passos a ter em conta na elaboração de um VSM - Estado Actual

VSM - Estado Actual	
Princípios a seguir:	Passos:
<i>“Construído num só dia;”</i>	<i>“Escolher o tipo de mapa e o alvo;”</i>
<i>“Criado por uma equipa multi-disciplinar, responsável por implementar novas ideias;”</i>	<i>“Desenhar o mapa do fluxo do processo, apenas as actividades principais/críticas;”</i>
<i>“Baseado na observação directa da realidade;”</i>	<i>“Adicionar os pontos onde existam inventários, os transportes e dados do cliente e fornecedor;”</i>
<i>“Obter dados fiáveis médios;”</i>	<i>“Adicionar as equipas de trabalho que realizam as actividades;”</i>
<i>“Desenhar (utilizar post its) com lápis + borracha em folhas A3 ou A4 ou papel de cenário;”</i>	<i>“Adicionar os fluxos de informação;”</i>
<i>“Validar o mapa com os intervenientes do processo, o resultado é a fotografia do que vemos quando seguimos o produto através do processo;”</i>	<i>“Incluir os dados de todos os elementos do mapa, tais como lead-time, tempos de processos, setup, transportes, quantidade de inventário, etc.”</i>

Fonte: [www.freewebs.com/leanempportugal](http://www.freewebs.com/leanempportugal)

- **VSM - Estado Futuro**

O VSM do estado futuro pode ser construído tendo em conta os passos presentes na Tabela 2.14.

Tabela 2.14 - Passos a seguir na elaboração do VSM - Estado Futuro

VSM - Estado Futuro
<i>“Usar o mapa do estado actual como ponto de partida (base line);”</i>
<i>“Utilizando as definições dos sete tipos de desperdícios, percorrer todos os elementos do mapa do estado actual (um a um), determinando quais os que contêm desperdícios. Acrescentar dados sobre a dimensão do desperdício;”</i>
<i>“Estudar a aplicação das ferramentas Lean: Qualidade na origem, Redução da dimensão do lote, Produção celular, sistemas “no local da utilização” e Kanban. Acrescentar dados previsionais de ganhos de produtividade;”</i>
<i>“Estimar os recursos humanos e materiais necessários para realizar as mudanças;”</i>
<i>“Escolher as acções de mais rápida implementação (a fruta ao alcance da mão) e para as quais existem recursos disponíveis para o tempo previsto (o primeiro ciclo de mudança não deve ser superior a 6-10 semanas);”</i>
<i>“Redesenhar o mapa com base nas mudanças escolhidas, não todas as identificadas como possíveis;”</i>
<i>“Agrupar os trabalhos em projectos, realizar os planos detalhados (o quê, como, quem, quando) e iniciar os projectos;”</i>
<i>“Acompanhar os projectos e marcar datas para reuniões de análise do progresso. Os desvios aos planos necessitam de ser informados atempadamente e acordadas novas datas;”</i>
<i>“Após conclusão dos trabalhos, ajustar o mapa de modo a reflectir qualquer alteração ao previsto inicialmente;”</i>
<i>“Este mapa passa a ser o Mapa do Estado Actual. Decidir se e quando avançar com outro ciclo de mudança no fluxo de valor, aplicando de novo a metodologia VSM;”</i>

Fonte: [www.freewebs.com/leanemportugal](http://www.freewebs.com/leanemportugal)

### 2.2.4.2. Os cinco S

A metodologia dos 5 S foi concebida por Kaoru Ishikawa no Japão na década de 50. Com o objectivo de reorganizar o país, após a segunda guerra mundial, esta metodologia teve uma importância fundamental para a recuperação das empresas através da eliminação de desperdício, tendo sido ela a base para a implementação do sistema de gestão da qualidade total no país (Manual 5S TAP ME).

Esta metodologia baseia-se em cinco princípios, que em japonês começam pela letra S, daí a metodologia ser chamada de 5 S. Os principais objectivos dos 5 S são a simplificação do ambiente de trabalho, a redução de desperdícios, a eliminação de actividades que não acrescentam valor, aumento da segurança e a melhoria dos níveis de qualidade. Para que os 5 S resultem eles têm de cumprir as cinco fases e segundo uma determinada ordem, a ordem pela qual o 5 S deve ser realizado é apresentado na Figura 2.36.



Figura 2.36 - Metodologia 5S

Fonte: Manual 5S TAP ME

As tarefas a desempenhar por cada uma das cinco fases da metodologia 5S estão apresentadas na Tabela 2.15.

Tabela 2.15 - Os Cinco S

Cinco S	
<b>Seiri</b> - Separar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar e separar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, produtos, informações e dados úteis, eliminando tudo o que é desnecessário e obsoleto, em caso de dúvida deitar fora;</li> <li>Preservar o local de trabalho organizado, mantendo apenas o que é realmente necessário e aplicável, utilizado com frequência, em quantidades adequadas e controladas para facilitar a operação;</li> </ul>
<b>Seiton</b> - Arrumar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir locais apropriados e critérios para <b>ARRUMAR</b>, guardar ou dispor materiais, equipamentos, utensílios, informações e dados de modo a facilitar o seu uso/manuseio e a sua procura/localização;</li> <li>Identificar ordenar o local de trabalho permite que, qualquer pessoa possa localizar facilmente o que necessita, mas para isso é importante garantir que tudo volta ao local de origem após a sua utilização;</li> </ul>
<b>Seiso</b> - Limpar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mais importante que <b>LIMPAR</b> é o acto de não sujar ou seja, é importante identificar e eliminar as fontes de contaminação (bem como as respectivas causas) para garantir um local de trabalho isento de sujidade;</li> <li>Consertar as pequenas imperfeições;</li> </ul>
<b>Seiketsu</b> - Sistematizar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir um conjunto de normas e regras para <b>SISTEMATIZAR</b> a aplicação de práticas com o objectivo de garantir um ambiente não agressivo e livre de agentes poluentes, manter boas condições sanitárias, zelar pela higiene pessoal e cuidar para que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão;</li> </ul>
<b>Shitsuke</b> - Respeitar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver o hábito de <b>RESPEITAR</b> normas, regras, procedimentos, sejam escritos ou informais. Não se trata de uma obediência cega e submissa, mas sim do desenvolvimento de uma capacidade de auto-disciplina e de compromisso para com as práticas anteriormente referidas;</li> </ul>

Fonte: Manual 5S TAP ME

Recentemente, à metodologia 5 S foi “adicionado” mais um S, esse S é referente ao *Safety* (segurança). No entanto, o *Safety* não é o sexto S a realizar, pelo contrário, o S referente à segurança deve estar presente em todas as etapas da metodologia, como demonstra a Figura 2.37. Aliás, o S referente ao *Safety* deve ser aplicado em qualquer actividade de uma organização.

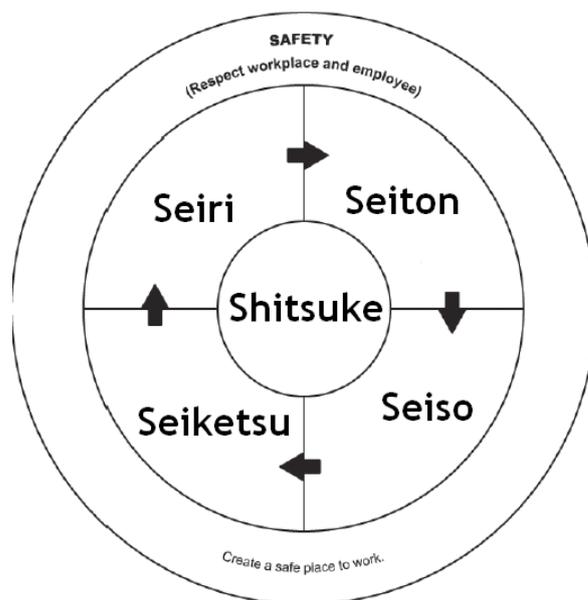


Figura 2.37 - Os Seis S

Fonte: <http://www.epa.gov/lean/environment/methods/fives.htm>

A implementação de cada S, por si só está associado a um conjunto de vantagens, convém salientar que esta metodologia só será bem sucedida se as cinco fases forem bem sucedidas e respeitarem a sequência apresentada na Figura 2.36 e forem executadas em segurança. Algumas das vantagens provenientes da aplicação dos 5 S são apresentadas na Tabela 2.16.

Tabela 2.16 - Vantagens dos 5S

Vantagens da Aplicação dos 5 S
<i>“Aumenta o espaço útil;”</i>
<i>“Reduz a necessidade de stocks e de armazenamento;”</i>
<i>“Facilita a movimentação de pessoas e/ou materiais e equipamentos;”</i>
<i>“Facilita a operação de produção;”</i>
<i>“Elimina a aquisição de materiais e/ou produtos desnecessários;”</i>
<i>“Elimina fontes de informação desactualizadas e incorrectas;”</i>
<i>“Reduz o cansaço físico;”</i>
<i>“Aumenta a capacidade de organização;”</i>
<i>“Minimiza os danos de materiais e/ou produtos armazenados;”</i>
<i>“Facilita a evacuação do local de trabalho em situações de emergência;”</i>
<i>“Permite a reciclagem dos recursos;”</i>
<i>“Garante um ambiente salutar, agradável e seguro;”</i>
<i>“Previne os acidentes de trabalho e doenças profissionais;”</i>
<i>“Ajuda a reduzir custos;”</i>
<i>“Garante o cumprimento de prazos;”</i>
<i>“Fomenta o cumprimento de regras e normas;”</i>
<i>“Aumenta a produtividade das máquinas e das pessoas;”</i>

Fonte: Manual 5S TAP ME

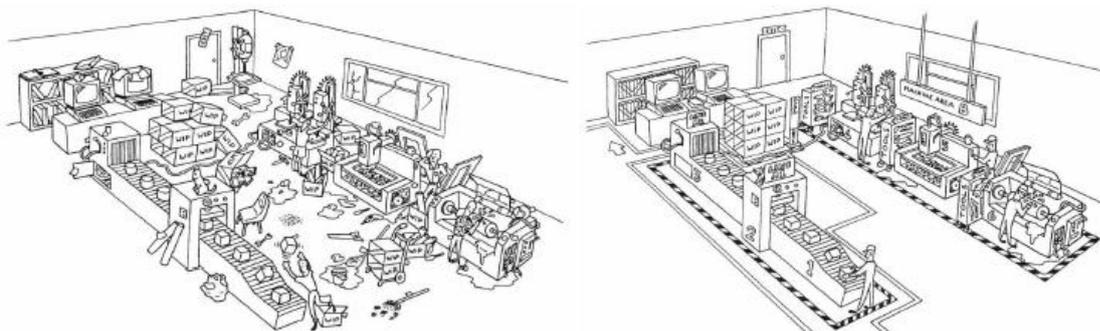


Figura 2.38 - Representação da aplicação 5 S

Fonte: [www.freewebs.com/leanemportugal](http://www.freewebs.com/leanemportugal)

A Figura 2.38 apresenta uma caracterização da aplicação dos 5 S, na imagem da esquerda vemos uma organização completamente desorganizada com lixo por todo o lado, a imagem do lado direito é a mesma organização mas desta feita após ter aplicado os 5 S.

### 2.2.4.3. Os Cinco Porquês

Os cinco porquês (5 *Why's*) é uma metodologia que teve a sua origem na Toyota, desenvolvida por Taiichi Ohno, segundo ele quando ocorre um problema devemos perguntar porquê a seguir à resposta obtida até se encontrar a verdadeira causa do problema. A essência da filosofia dos 5 porquês é encontrar a causa do problema e elimina-la.

*“Tomando como exemplo uma determinada máquina de controlo numérico que está avariada. Porquê que a máquina avariou? Porque a placa de circuitos impressos avariou; Porquê? Porque houve uma falha no arrefecimento; Porquê? Porque houve falta de ar; Porquê? Porque não houve pressão suficiente; Porquê? Porque o filtro tinha pó” (Suzaki K., 2010);* Através da aplicação dos 5 porquês chegou-se à causa do problema, o pó no filtro, para evitar que a máquina volte a avariar por este motivo definiu-se que o filtro deve ser limpo todos os meses.

Em suma, quando surgir um problema não devemos parar de indagar as suas causas, perguntando sucessivamente “porquê?” até identificar a verdadeira fonte do problema.

### 2.2.4.4. Value Added Time

O *Value Added Time* (VAT) é uma metodologia utilizada quando se pretende quantificar a percentagem de actividades que acrescentam valor e as que não acrescentam. Esta metodologia pode ser utilizada para medir e analisar diversas situações, podemos utilizar o VAT para quantificar a percentagem do tempo que um colaborador está a acrescentar valor à organização, ou, para analisar a utilização de um determinado equipamento. Na Figura 2.40 temos um exemplo de um VAT.

Melhoria Contínua - Análise Multipontos							
HORA	Usadas	Total	Rácio	Não Usadas	Total	Rácio	Grand Total
:							
:							
:							
:							
:							
:							
:							
Total							

Figura 2.39 - Exemplo de um VAT utilizado na contabilização da utilização de equipamentos

O VAT pode ser utilizado para analisar a utilização de um determinado equipamento. Define-se um intervalo de tempo adequado,  $\Delta_t$ , e no terreno de  $\Delta_t$  em  $\Delta_t$  efectua-se a análise da utilização do equipamento em causa, no final, realiza-se a análise adequada dos dados. Se a análise pretendida fosse analisar as actividades de um determinado colaborador (ou grupo de colaboradores), alterávamos apenas as colunas e realizávamos o VAT da mesma forma, como representa a Figura 2.41. Outra vantagem da realização dos VAT é o facto de estes serem realizados no “campo”, o que por vezes ajuda a identificar determinadas oportunidades de melhoria que de outra forma passavam despercebidas.

Melhoria Contínua - Análise Multipontos							
HORA	Trabalhar no Posto	Caminhar	Consultar Manuais	Conversar Com Colegas	Parado à Espera	Ler/Assinar Documentos	Grand Total
:							
:							
:							
:							
:							
:							
:							
Total							

Figura 2.40 - VAT utilizado para quantificar analisar actividades

Tabela 2.17 - VAT - Realizado na Piloto Planeamento de Prioridades

	11.Nov	12.Nov	Média	%
Actividade VA	1915	1433	1674	10%
Actividade Incidental	2729	4265	3497	21%
Desperdício	10971	12051	11511	69%
Total	15615	17749	16682	100%

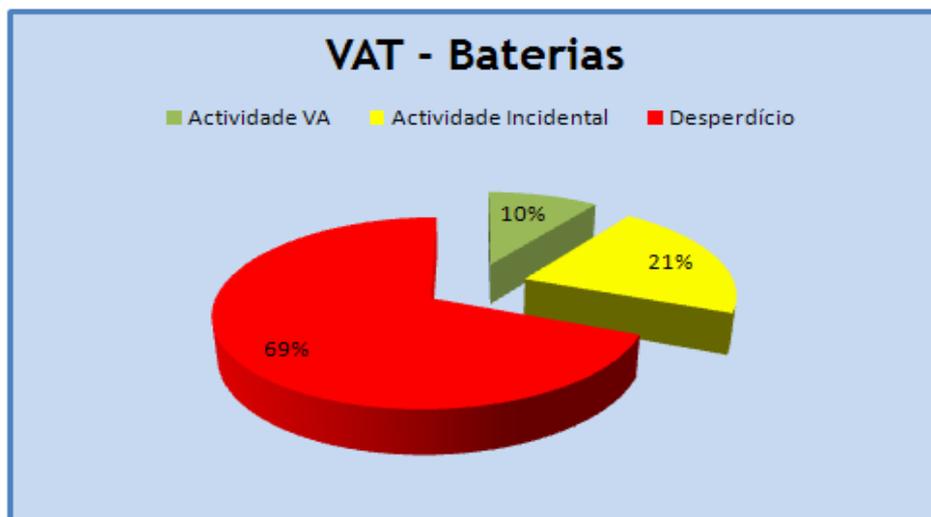


Gráfico 2.3 - VAT - Realizado no projecto-piloto “Planeamento de Prioridades”

O Gráfico 2.3 é o resultado de um VAT realizado na oficina de baterias na sequência do piloto de *planeamento de prioridades*. Através da realização deste VAT verificou-se que apenas 10% do tempo é utilizado na realização de actividades que geram valor. Este facto, realçado com a realização do VAT fez com que o piloto de *planeamento de prioridades* fosse realizado em outra oficina da TAP ME.

#### 2.2.4.5. Diagrama *Spaghetti*

O diagrama de *Spaghetti* é uma metodologia utilizada para identificar o movimento das pessoas no seu posto de trabalho.

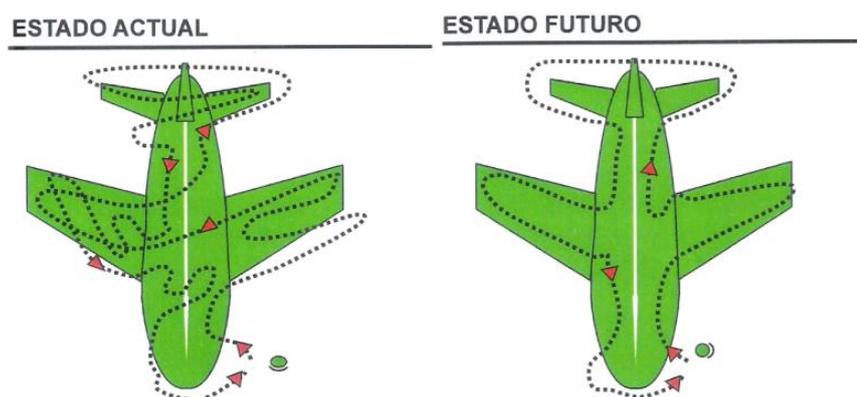


Figura 2.41 - Exemplo da aplicação do *Spaghetti*

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

A Figura 2.41 representa um exemplo da aplicação do diagrama *Spaghetti*. Com a aplicação do diagrama *spaghetti* foi possível verificar (imagem da esquerda) que os técnicos executam as tarefas de uma forma não optimizada, a fase de preparação (escolha de



4. Construir um diagrama de barras e traçar a curva representativa.

Tomando como exemplo um determinado problema onde foram identificados sete causas, para cada causa apurou-se o número de vezes que contribui para o problema, tal como demonstra a Tabela 2.18. O diagrama de Pareto para o exemplo em causa é apresentado no Gráfico 2.4.

Tabela 2.18 - Diagrama de Pareto

Causas	Nº de artigos defeituosos	Percentagens	Percentagens Acumuladas
Causa 6	75	50%	50%
Causa 4	30	20%	70%
Causa 3	15	10%	80%
Causa 1	12	8%	88%
Causa 5	9	6%	94%
Causa 7	6	4%	98%
Causa 2	3	2%	100%

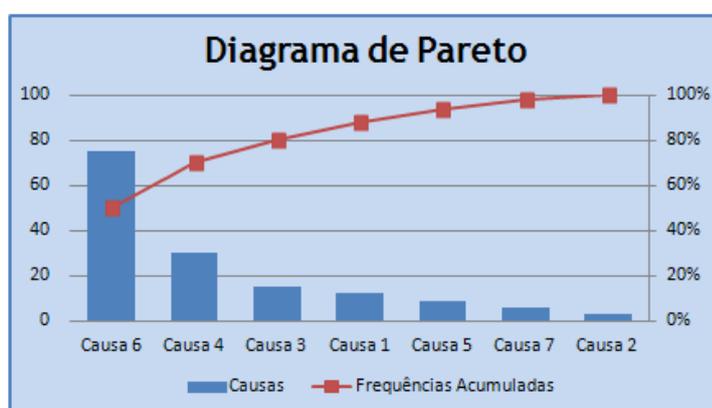


Gráfico 2.4 - Diagrama de Pareto

Em suma, o digrama de Parteto é uma ferramenta que ajuda a tomar decisões sobre o ponto de partida num processo de resolução de problemas, através da identificação das principais causas.

### 2.2.4.7. Diagrama de Dispersão

Por vezes é necessário estudar simultaneamente duas características de uma determinada população, para determinar se existe alguma relação entre ambas, obrigando a trabalhar com distribuições bidimensionais. O diagrama de dispersão (ou diagrama de correlação), é usado para determinar de que forma duas variáveis se relacionam.

O diagrama de dispersão é um gráfico onde um conjunto de pontos no espaço cartesiano  $(x, y)$  são utilizados para representar parâmetros quantificáveis. Se os pontos formam uma nuvem densa e estreita, os parâmetros estão correlacionados e um pode ser utilizado para explicar o comportamento do outro, e vice-versa. Em contrapartida, uma nuvem de pontos dispersos é indicador de uma fraca correlação.

### 2.2.4.8. Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como espinha de peixe (devido ao seu aspecto) foi desenvolvido na década de 60 por Kaoru Ishikawa. É uma forma sistematizada de relacionar efeitos indesejáveis com as possíveis causas, os 6 M's; Meio Ambiente, Máquinas, Métodos, Material, Mão-de-Obra, Medição. As causas podem ser agrupadas em outras categorias, consoante o caso a estudar.

O diagrama causa e efeito tem uma grande capacidade de fomentar a discussão em grupo, direccionar e focalizar o conhecimento de cada um na identificação das causas responsáveis por um problema.

### 2.2.4.9. Cartas de Controlo

As cartas de controlo foram desenvolvidas por Walter Shewart na década de 1920, com o objectivo de avaliar a estabilidade de um processo através da monitorização do seu desempenho. Atendendo à variabilidade verifica-se se o processo está sob controlo, ou seja, dentro dos limites preestabelecidos.

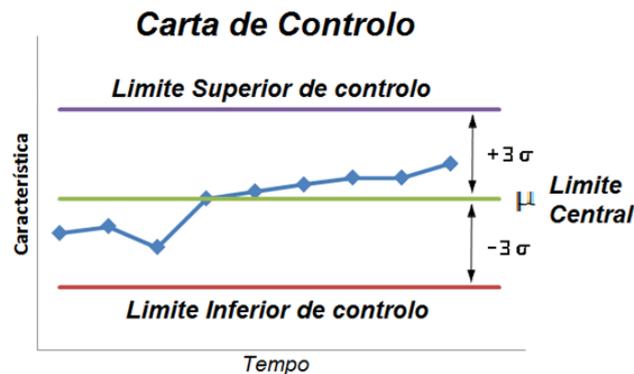


Figura 2.43 - Carta de Controlo

*“As cartas de controlo assentam no princípio de que, desde que o processo esteja sob controlo, uma certa proporção dos valores observados relativamente a uma determinada característica encontram-se delimitados pelo intervalo  $[\mu - k\sigma ; \mu + k\sigma]$ , geralmente o valor de  $k$  é 3.”*

### 2.2.4.10. Conclusão

Muitas são as ferramentas utilizadas no *lean*, nos pontos anteriores foram abordadas algumas das ferramentas e técnicas. As ferramentas e técnicas devem ser bem aplicadas e nas situações adequadas sob pena dos resultados alcançados não serem os melhores. Quando

bem aplicadas as ferramentas/técnicas permitem identificar e eliminar desperdícios presentes numa organização, assim como ajudar a melhorar continuamente as aptidões dos colaboradores e os resultados da organização.

Antes de avançar para a aplicação das ferramentas/técnicas lean é fundamental conhecer o estado actual da organização (ou local onde se irá aplicar as ferramentas/técnicas), uma vez que as técnicas e ferramentas a escolher e os métodos a aplicar deverão reflectir a realidade da organização.



Figura 2.44 - Caracterização das várias ferramentas e técnicas lean

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua

*“As ferramentas lean são apenas teoria até serem utilizadas...”*

### 2.2.5. Indicadores de Produtividade

Para que se consiga quantificar um determinado ganho é necessário que existam dados de comparação e que estes estejam previamente definidos. Uma organização não pode afirmar que melhorou ou piorou se não estabeleceu uma meta. De facto, um ganho de 10% nos lucros no final do ano pode parecer bom, mas de que forma é que esse valor é avaliado? Se o objectivo fosse obter 5%, o valor é bom, no entanto, se o objectivo fosse atingir os 15% esse valor não é assim tão bom. Para que se consiga obter uma “meta” deve existir uma gestão de produtividade.

O propósito da gestão da produtividade é garantir que as pessoas de uma organização trabalhem de maneira a cumprir os objectivos empresariais e a que a organização se mantenha e continue a ter sucesso. A gestão da produtividade aplica-se a todos os níveis da organização e apresenta as fases seguintes:



Figura 2.45 - Fases da gestão da produtividade

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua

**1. Seleccionar indicadores chave do sucesso (KPI);**

- Com base em alguns indicadores de produtividade da empresa, a direcção de topo deve utilizar uma árvore de KPI para desagregar os KPI e atribuí-los a cada nível, desde o concelho de administração até à oficina;
- Cada unidade responsável em cada nível deve poder influir nos resultados, no que respeita aos seus KPI;
- Os KPI devem incluir indicadores que reflectam o desenvolvimento da produtividade a longo prazo;
- Os KPI devem ser fáceis de medir e de entender, sendo desenhados de maneira a proporcionar uma visão equilibrada de tipos diferentes de produtividade;
- O número de KPI por unidade deve manter em mais ou menos cinco;

**2. Definir objectivos para os KPI;**

- Devem ser objectivos ambiciosos mas realistas;

**3. Manter discussão eficaz sobre o desempenho;**

- Na oficina, é melhor que os KPI sejam manualmente medidos pelos colaboradores;
- Os métodos devem ser claros e rápidos;

**4. Manter a discussão eficaz sobre o desempenho;**

- Realizar regularmente reuniões de desempenho com uma ordem de trabalhos standard, em frente ao quadro KPI (gestão visual);

**5. Actuar e rever progresso;**

- Se não forem cumpridos os objectivos, definir medidas correctivas, atribuir responsabilidades pela sua implementação, definir prazo e fazer o seguimento por meio de uma lista, para assegurar um fim rápido e adequado;

### 2.3. LEAN em Aeronáutica.

Em aeronáutica o Lean apareceu pela primeira vez na Força Aérea Americana (*US Air Force*) quando a MIT iniciou um estudo em 1993 como forma de verificar se os conceitos Lean estudados até ao momento poderiam ser aplicados à aeronáutica (indústria militar). O estudo efectuado proporcionou resultados positivos, o que resultou no aparecimento do *Lean Aircraft Initiative* (LAI). “A LAI edifica e estende o paradigma do lean por meio da busca em melhorar a produtividade e reduzir custos na indústria aeronáutica militar, em parceria com a Força Aérea American, MIT e mais de 20 indústrias” (Paulo Lindgren, 2001).

Um exemplo da aplicação da metodologia Lean na aeronáutica em Portugal aconteceu quando em 2007 a Força Aérea Portuguesa “implementou um projecto que visa não só o aumento da capacidade de manutenção e operacionalidade da aeronave F-16AM MLU, como também a maximização, rentabilização de processos de trabalho e redução de custos de sustentação. No início do presente ano (2011) a Força Aérea com o objectivo de melhorar e otimizar a geração de saídas do F-16, incluindo o treino, planeamento operacional e manutenção na linha da frente, realizou o mapeamento da cadeia de valor destes processos, tendo sido identificadas boas oportunidades de melhoria em aspectos relacionados com, a elevada dispersão das aeronaves, a sazonalidade das saídas, alterações ao planeamento, duração da preparação das aeronaves pelos CrewChiefs e Loaders, duração e forma da qualificação de pilotos e mecânicos.

A implementação e execução de novos procedimentos nestes processos confirmou os objectivos, redução do tempo efectivo de preparação das aeronaves em 15%, redução em 50% do tempo total de qualificação de pilotos e mecânicos, bem, como o número de instrutores, eliminação dos cancelamentos de saídas, redução do número de alterações de aeronaves atribuídas para as saídas em 50% (<http://www.emfa.pt/www/detalhe.php?cod=035.681>). Para além deste programa foram também desenvolvidos programas kaizen blitz.

Para além da Força Aérea em Portugal temos como exemplo a OGMA e a TAP ME que utilizam as metodologias Lean.

### 2.4. Comparação entre Metodologias

As metodologias de melhoria não se limitam ao Lean, para além do Lean outras metodologias podem ser aplicadas, neste ponto serão abordadas algumas dessas metodologias. As metodologias abordadas serão, *Six Sigma*, *Kaizen Blitz*, *Theory of Constraints*.

### 2.4.1. Teoria das Restrições

*“Theory of Constraints (TOC) é uma filosofia de gestão industrial desenvolvida por Eliyahu Goldratt nos anos 80. A TOC afirma que existem poucas áreas verdadeiramente críticas, ao nível de materiais, recursos ou políticas. Segundo este conceito, são os estrangulamentos que marcam o passo e que definem o ritmo de um processo produtivo. A abordagem proposta passa por identificar quais os estrangulamentos, e torna-los o mais eficiente possível, reduzindo desperdícios e equilibrando o fluxo, alinhar o resto dos processos em função do comportamento e regulação do estrangulamento (mesmo que reduza a eficiência dos outros processos) e, por fim, repetir o ciclo” (João Paulo Pinto, 2009).*

O TOC é uma metodologia cujo objectivo é aliviar os recursos constringidos nos processos de fabrico ou serviços, permitindo que o sistema opere no seu nível óptimo. Os constringimentos presentes numa organização podem assumir bastantes formatos, desde uma máquina que por ser lenta atrasa o restante processo produtivo, colaboradores que se opõe à mudança ou não utilizam todo o seu potencial (desperdício do potencial humano não utilizado). Os constringimentos nem sempre são visíveis e podem ser externos à organização, por exemplo, a crise pode ser encarada como um constringimento a uma organização.

Comparativamente ao Lean a principal diferença está na essência das duas filosofias. A essência do lean é *“identificar e eliminar desperdícios nos processos, nos produtos e na empresa orientada para o Cliente”*. Por outro lado, a essência do TOC é a de actuar isoladamente nos constringimentos detectados, conseguindo de uma forma rápida e económica aumentar a taxa de com que uma organização gere dinheiro com a venda de artigos e/ou serviços (throughput), sendo este um dos principais kpi do TOC.

### 2.4.2. Six Sigma

*“Metodologia disciplinada que através de dados provenientes do processo, reduz a variabilidade dos processos de uma forma sistemática. Para tal, baseia-se num conjunto de métodos e ferramentas estatísticas e planos para observar e gerir as variáveis críticas dos processos, bem como a relação entre elas” (João Paulo Pinto, 2009).*

A metodologia Six Sigma ( $6\sigma$ ) foi inicialmente desenvolvida por Mikel Harry em 1987 trabalhador da Motorola, no entanto, esta técnica rapidamente ganhou adeptos por toda a indústria e serviços.

Segundo Mário Perez (2000), *“alcançar o  $6\sigma$  significa reduzir defeitos erros ou falhas a zero defeitos e/ou reduzir o  $\sigma$  ou desvio padrão a um valor que permitirá encaixar 12 vezes o valor de  $\sigma$  entre os limites superior e inferior de especificação, ao mesmo tempo que se mantém a média o mais próximo possível do meio das especificações”*. Teoricamente  $6\sigma$

significa uma redução da variação no resultado entregue aos clientes numa taxa de 3,4 falhas por milhão de oportunidades (ppm), o que se traduz em 99,99966% de perfeição.

A metodologia  $6\sigma$  assenta na avaliação dos processos e produtos para determinar novas formas de os melhorar, reduzindo a variabilidade dos processos e centragem dos mesmos. Segundo a metodologia  $6\sigma$  e estatisticamente falando, apenas existem duas fontes de problemas, a falta de centragem do processo e a amplitude do processo.

Quando se abordou as cartas de controlo verificou-se que um processo tem de respeitar os limites de controlo para estar sob controlo. Os limites de controlo são determinados em função da precisão do processo de fabrico. No entanto, um processo pode estar sob controlo e não ter capacidade.

A capacidade do processo pode ser medida pelo índice de capacidade potencial,  $C_p$ , este valor é calculado através da equação 2.15.

$$C_p = \frac{\text{Limite Superior da Especificação} - \text{Limite Inferior da Especificação}}{6\sigma} \quad \text{Eq. (2.15)}$$

Os limites de especificação são limites fixados em função dos requisitos do utilizador (por exemplo,  $20 \pm 0,2$ , temos,  $L_{SE} = 20,2$  e  $L_{IE} = 19,8$ ).

Considera-se que um processo é capaz quando  $C_p \geq 1,33$ , no entanto, a metodologia  $6\sigma$  exige que  $C_p \geq 2$ . Analisando a equação 2.15, verificamos que quanto mais baixo for o  $\sigma$  mais capacidade terá o processo, ou seja, reduzindo a variabilidade aumentamos a capacidade do processo.

Um processo pode ser capaz e não ser centrado. Para analisar se um processo é centrado é necessário que  $C_{pi} \cong C_{ps}$ , onde  $C_{pi}$  e  $C_{ps}$  são obtidos tendo em conta as equações 2.16 e 2.17.

$$C_{ps} = \frac{\text{Limite Superior da Especificação} - \text{Média do processo}}{3\sigma} \quad \text{Eq. (2.16)}$$

$$C_{pi} = \frac{\text{Média do processo} - \text{Limite Inferior da Especificação}}{3\sigma} \quad \text{Eq. (2.17)}$$

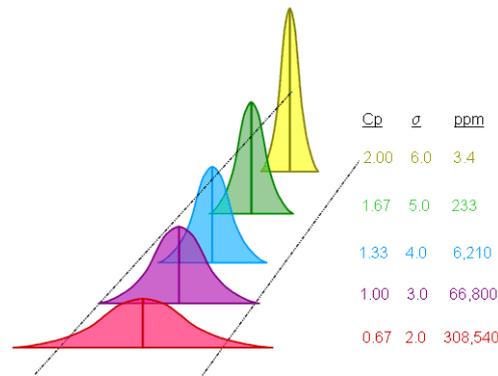


Figura 2.46 - Capacidade de um processo para alguns sigmas

Fonte: <http://www.advanceconsultoria.com/wp-content/uploads/SixSigma-Capability-Improvement.gif>

Para dar suporte aos projectos, em geral, é desenvolvida uma estrutura de pessoas treinadas, para realização das actividades de melhoria, geralmente, essas pessoas são chamadas de *Black Belts* e *Green Belts*. Os *Black Belts* são pessoas dedicadas ao  $6\sigma$ , estas pessoas recebem um treino intenso nas ferramentas e para serem certificados necessitam de realizar alguns projectos. Os *Green Belts* apenas se dedicam em tempo parcial ao  $6\sigma$ , pelo que apenas recebem um treino básico nas ferramentas.

O  $6\sigma$  assenta os processos de melhoria em cinco fases, o DMAIC, sendo estas cinco fases as seguintes:

1. Definição (*Define*) - Definição do produto ou processo a ser desenvolvido ou melhorado;
2. Medição (*Measure*) - Estabelecer os atributos a medir no produto ou processo;
3. Análise (*Analyze*) - Análise dos dados resultantes e estabelecer padrões do desempenho para o novo produto ou processo;
4. Melhoria (*Improve*) - Especificar melhorias para cada atributo de forma a alcançar os padrões de desempenho pretendido;
5. Controlo (*Control*) - Rever o progresso através do desenvolvimento e assegurar que o produto e/ou processo está de acordo com o esperado;

Para além da abordagem DMAIC, pode ser utilizada a DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Validate*) sendo esta última utilizada quando se pretende aplicar novos processos ou reestruturar os existentes. Quando se cria novos produtos utiliza-se o DFSS (Design For Six Sigma).

É comum ouvir falar da metodologia “*Lean Six Sigma*”, isto ocorre porque geralmente as duas metodologias são utilizadas em conjunto, no entanto, primeiro deve-se aplicar a filosofia Lean às organizações e no final aplicar o  $6\sigma$ , segundo João Paulo Pinto, 2009 o  $6\sigma$  é uma metodologia de *fine tuning* (*ajuste refinado*) (João Paulo Pinto, 2009), pelo que não faz muito sentido aplicar o  $6\sigma$  sem que os processos estejam estabilizados.

Outra constatação que se retira da análise do  $6_\sigma$  é que pela sua natureza ela é mais adequada em produção, ou seja, em locais onde os processos são repetitivos (entra matéria prima sai produto).

### **2.4.3. Kaizen Blitz**

Como já visto anteriormente *kaizen* é um termos Japonês para Melhoria Contínua. O *kaizen blitz*, ou acontecimentos *kaizen* pode ser encarada como uma das ferramentas lean, no entanto pelas suas particularidades ele é abordado como uma metodologia e não como uma ferramenta.

No *kaizen blitz* participam grupos específicos de pessoas orientados para um único assunto ou área, o *kaizen blitz* tem uma duração curta (uma semana) e utiliza as mesmas ferramentas lean.

### **2.4.4. Cinco S**

Apesar dos 5 S serem uma das ferramentas lean e terem sido abordadas como tal no ponto 2.2.3.8, os 5 S podem ser utilizados de forma isolada, encaradas como uma metodologia independente.

## Capítulo 3 - Estado da Arte TAP ME

### 3.1. Apresentação Geral da TAP ME.

A TAP (Transportes Aéreos Portugueses) é a companhia aérea de bandeira líder no mercado nacional que presta desde 1945 serviços na indústria aeronáutica, fazendo parte, desde de 2005, da maior aliança global de companhias aéreas, *Star Alliance*. A organização TAP Portugal MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul*) responsável por fornecer soluções para frotas da Airbus, Boeing e Embraer é a TAP Manutenção e Engenharia, também conhecida pelo acrónimo TAP ME. Devidamente certificada por várias autoridades aeronáuticas (ver Tabela 3.1), presta uma gama de serviços de Manutenção e Engenharia integrados que vão desde fuselagens, motores e componentes, até suporte de engenharia e material, através do conhecimento obtido da experiência no suporte na frota da TAP Portugal. Para além de serviços desenvolvidos na sua frota, a partir de 1974 começou a desenvolver actividades significativas para terceiros, sendo esta, actualmente. Na Figura 3.1 é apresentado o organigrama da TAP ME.

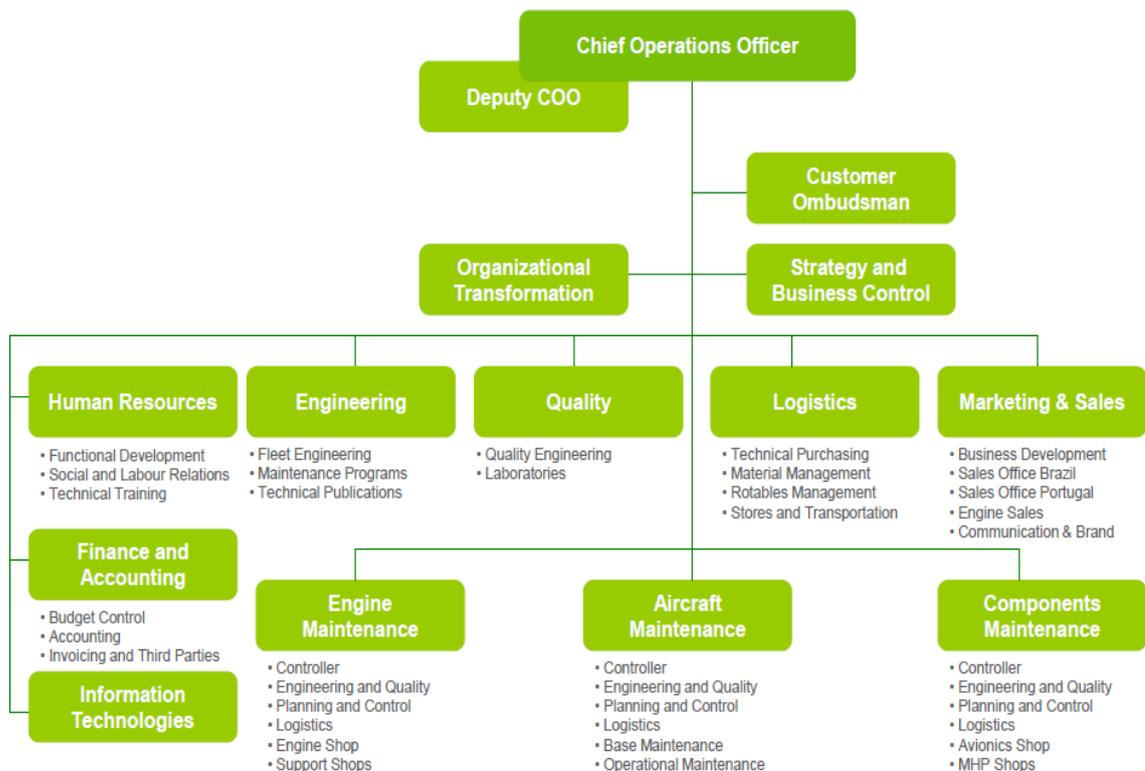


Figura 3.1 - Organigrama da TAP ME

Fonte: Apresentação TAP ME

A TAP ME opera um pólo principal em Portugal e 2 no Brasil. As instalações de Lisboa, localizadas no Aeroporto Internacional de Lisboa (sobre a qual se realiza o estudo), empregam 1945 pessoas (718 indirectas e 1227 directas) devidamente qualificadas para as funções que desempenham. A TAP ME está dividida internamente em 3 grandes grupos, Manutenção de Motores (MM), Manutenção de Aviões (MA) e Manutenção de Componentes (MC). A Manutenção de Aviões deste pólo representa 62% da produção total, seguida pela Manutenção de Motores com 20%, como se pode ver no Gráfico 3.1.

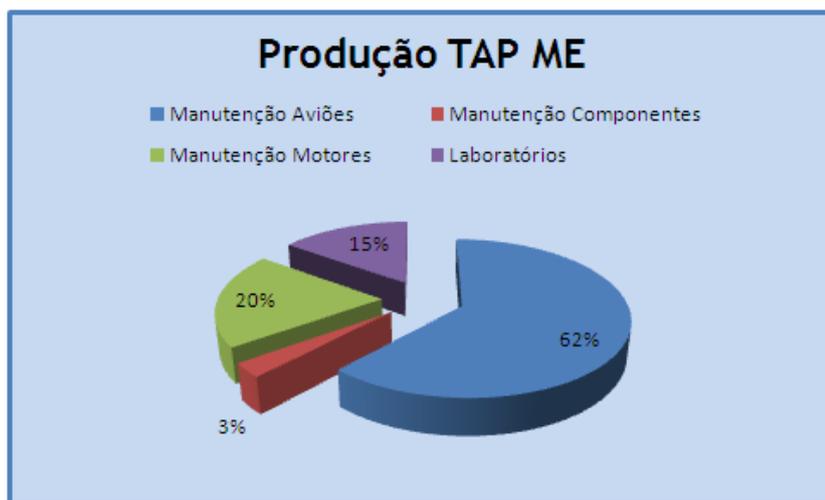


Gráfico 3.1 - Produção TAP ME

Fonte: Apresentação TAP ME

A TAP ME Lisboa possui nas suas instalações três hangares, onde é possível realizar manutenção de aviões, oficinas de motores, oficinas de componentes, entre outras oficinas e laboratórios essenciais para a manutenção de aviões, tais como, oficinas de pintura, oficinas de estruturas, centros de lavagem, entre outras.

Na Figura 3.2 é possível ver esquematicamente as instalações da TAP ME Lisboa.

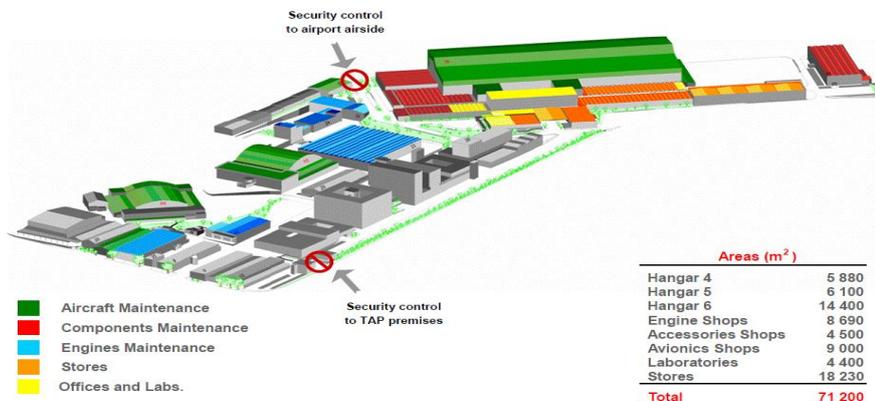


Figura 3.2 - Instalações TAP ME

Fonte: Apresentação TAP ME

Tabela 3.1 - Certificações TAP ME

País	Autoridade	Regulamento
<i>Angola</i>	<i>INAVIC</i>	
<i>Argentina</i>	<i>ANAC</i>	<i>RAAC 145</i>
<i>Brasil</i>	<i>ANAC</i>	<i>RBHA 145</i>
<i>Canada</i>	<i>TCCA</i>	<i>Acceptance of EASA Part 145</i>
<i>Ilhas Caimão</i>	<i>CAA</i>	<i>FAR 145</i>
<i>Chile</i>	<i>DGAC</i>	<i>DAR Part 145</i>
<i>Egipto</i>	<i>ECAA</i>	<i>Part 145</i>
<i>União Europeia</i>	<i>EASA</i> <i>IATA</i>	<i>Part 21Subpart J</i> <i>Part 145</i>
<i>Portugal</i>	<i>Bureau Veritas</i>	<i>ISO 9001:2008</i> <i>AS 9110:2005</i>
	<i>Força Aérea Portuguesa / Nato</i>	<i>AQAP 2120</i>
	<i>INAC</i>	<i>AQAP 2120</i> <i>EASA Part 145</i> <i>EASA Part M Subpart G &amp; I</i> <i>EASA Part 147</i>
	<i>IPAC</i>	<i>ISO 17025</i>
	<i>COA</i>	<i>P-01/92/91</i>
<i>USA</i>	<i>FAA</i>	<i>14 CFR Part 145</i>
<i>Alemanha</i>	<i>Lufthansa Technik</i>	<i>EASA Part 145</i>
<i>França</i>	<i>Air France Industries</i>	<i>EASA Part 145</i>
<i>Uruguai</i>	<i>DINACIA</i>	<i>R.A.U. 145</i>
<i>Indonésia</i>	<i>DGCA</i>	<i>CASR Part 145</i>

Fonte: <http://www.tapme.pt/>

## 3.2. Melhoria Contínua

### 3.2.1. Transformação Organizacional.

Como já referido anteriormente a organização onde decorreu o caso de estudo foi a TAP ME, sendo o mesmo efectuado no departamento de “*Transformação Organizacional*”. A missão deste departamento é definir, divulgar e zelar pelo cumprimento das políticas de

Projecto da TAP ME, garantindo a coordenação entre as áreas e efectuando a ligação com as autoridades aeronáuticas no que concerne à Certificação de Projectos, no sentido de assegurar a segurança de voo e a aeronavegabilidade, bem como assegurar a melhoria contínua da organização através da racionalização de processos das diversas Áreas da TAP ME, adequando-os ao plano estratégico, otimizando os serviços desenvolvidos e garantindo os padrões de qualidade e eficiência pretendidos.

A este departamento estão atribuídas as seguintes responsabilidades:

- Efectuar a ligação entre a Organização de Manutenção Aprovada e a Organização de Projecto da TAP ME, coordenando o fluxo de documentação e cotações, e acompanhando a execução dos trabalhos de aplicação de modificações/reparações a aeronaves e motores.
- Assegurar a elaboração, actualização e divulgação do *Design Organization Manual* (DOM) para garantir a eficiência da área, assegurando a definição e divulgação das directivas inerentes ao correcto desempenho da Organização de Projecto, bem como garantir a pesquisa e divulgação de novas especificações inerentes à Certificação de Projecto.
- Cooperar com as autoridades aeronáuticas em todos os aspectos relativos à Certificação de Projectos, nomeadamente, propondo a base de certificação de modificações e reparações, assegurando os contactos directos com EASA e INAC e assumindo a responsabilidade de aprovação dos projectos DOA realizados, assegurando que foram respeitadas questões de segurança de voo e aeronavegabilidade nos projectos menores.
- Assegurar a interpretação das especificações de certificação e os requisitos ambientais relacionados com projectos de reparação e modificação de motores e aeronaves, esclarecendo eventuais dúvidas com as autoridades aeronáuticas e coordenando os colaboradores directos em todas as tarefas relacionadas com o processo de elaboração e Certificação de Projectos, em estreita ligação com as autoridades aeronáuticas.
- Assegurar a informação a todas as Áreas envolvidas sobre todas as questões relacionadas com aeronavegabilidade, protecção ambiental, aprovações e certificação com impacto nos Projectos de reparação e modificação de motores e aeronaves, garantindo a cooperação na preparação dos testes necessários para demonstração de cumprimento dos requisitos de Certificação de Projectos.
- Assegurar que toda a documentação de suporte e todos os processos de investigação indispensáveis à Certificação dos Projectos, realizados para clientes internos e externos, foram produzidos e estão conformes com a legislação aplicável.
- Garantir a cooperação na elaboração e actualização de documentação técnica, incluindo Manuais, e sua aprovação, no âmbito das suas competências, ou assegurar

às autoridades aeronáuticas que cumprem todos os requisitos indispensáveis para a sua aprovação.

- Coordenar as investigações sobre quaisquer eventos significativos na frota mundial, passíveis de poderem afectar a aeronavegabilidade dos produtos que contenham reparações/modificações desenvolvidas pela TAP ME no âmbito DOA, para clientes internos e externos.
- Coordenar equipas técnicas multidisciplinares durante as actividades resultantes de uma falha em serviço (acidente, incidente ou experiência em serviço), de produtos que contenham reparações/modificações desenvolvidas pela DOA da TAP ME, e comunicar às autoridades aeronáuticas, em caso de impacte na aeronavegabilidade dos produtos.
- Aconselhar as autoridades aeronáuticas na elaboração de Directivas de Aeronavegabilidade, relativamente aos produtos que contenham reparações/modificações desenvolvidas pela DOA da TAP ME, identificando as reparações e/ou modificações necessárias para resolver o problema, garantindo a aeronavegabilidade do motor ou avião.

Em suma, à área de Transformação Organizacional estão atribuídas duas áreas. O DOA, Certificação de Projectos, pertence a um conjunto de áreas que executam funções no domínio de projecto, ao abrigo da certificação EASA Parte 21. Nesta Área é feito todo o controle da documentação de projecto sendo executada também a certificação de todas as modificações e reparações menores. A Área de Melhoria Contínua desenvolve (em conjunto com elementos de cada Área escolhidos pontualmente, e para cada projecto) projectos de melhoria de processos, essencialmente assente nas metodologias Lean, sendo nesta área da que decorrerá o caso de estudo.

### 3.2.2. Melhoria Contínua.

#### 3.2.2.1. Introdução

Uma das constatações que se retira ao se analisar o organograma da organização é que a área de Melhoria Contínua está dissociada do departamento da qualidade, isto acontece (na TAP ME) porque as actividades da Qualidade e da Melhoria Contínua são muito distintas na sua essência e nos seus processos. Na qualidade algumas das funções principais são registar (através de NTMs - Normas Técnicas de Manutenção) os procedimentos e verificar se os processos são desenvolvidos de acordo com as referidas normas.

Na Melhoria Contínua, o objectivo é **redefinir processos**, através da redução de desperdícios e da optimização de recursos. A Área de Melhoria contínua foi criada em Fevereiro de 2010 com o objectivo de dar uma continuidade ao processo de Melhoria Contínua

desenvolvido até ao ano de 2009 na Manutenção de Aviões. Com a criação desta área, a TAP ME pretende de uma forma estruturada, alargar o âmbito das actividades até então desenvolvidas às interligações entre as várias Áreas Produtivas e de Staff.

Esta área é constituída por um coordenador (engenheiro Nuno Soares) e três elementos a tempo inteiro, equipa central, colaborando mais um elemento da ME (Manutenção e Engenharia) a tempo parcial. Os elementos da área foram escolhidos tendo em conta a sua experiência (mais de 3 anos na organização), a sua capacidade de comunicação, organização e conhecimentos informáticos. Durante os primeiros quatro meses de actividade a equipa de Melhoria Contínua foi acompanhada por uma consultadoria que lhes deu formação no âmbito dos processos e metodologias a aplicar. Para além deste acompanhamento foram também realizadas visitas a outras MRO's com processos de Melhoria Contínua implementados.

### 3.2.2.2. Metodologia

A área de Melhoria Contínua assim como as restantes áreas da TAP ME designam os projectos desenvolvidos pela equipa de Melhoria Contínua de “projectos-piloto”. A “criação” de tais projectos-piloto pode surgir de quatro formas:

- Sugestão da área
- Indicação da Direcção
- Sugestão da área de Transformação Organizacional
- Sugestão de colaboradores; tendo neste caso de obter a aprovação da respectiva área.

Após tomada de decisão sobre qual projecto-piloto a desenvolver, é nomeado um elemento da equipa central de Melhoria Contínua para liderar o projecto-piloto. Este elemento partilha depois semanalmente (duas vezes por semana) o status e próximos passos do projecto-piloto, com os restantes elementos da equipa central.

Após a definição de qual o projecto-piloto a desenvolver, e qual será o líder do projecto-piloto, inicia-se a fase de **Preparação**, onde é formada a equipa de agentes de mudança. Esta equipa é constituída por um “Líder dos Agentes de Mudança”, que trabalha em estrita colaboração com o coordenador do projecto-piloto, é ainda responsável pela implementação das iniciativas no terreno. Para além do líder estão nesta equipa estão os “Agentes de Mudança”, geralmente são os elementos da produção e são eles que colaboram no desenho de soluções e implementam as iniciativas no terreno.

Existe ainda um “Elemento de Ligação da Área” que poderá ser a mesma pessoa que desempenha a função de “Líder dos Agentes de Mudança”, cuja função é a de contribuir e participar nas reuniões de “problem-solving” da equipa, facilitar reuniões com as áreas envolvidas. Na Figura 3.3 é possível ver a interacção da equipa de Melhoria Contínua com as

restantes áreas da ME. Nesta fase é também dada formação em “Melhoria Contínua” aos Agentes de Mudança.

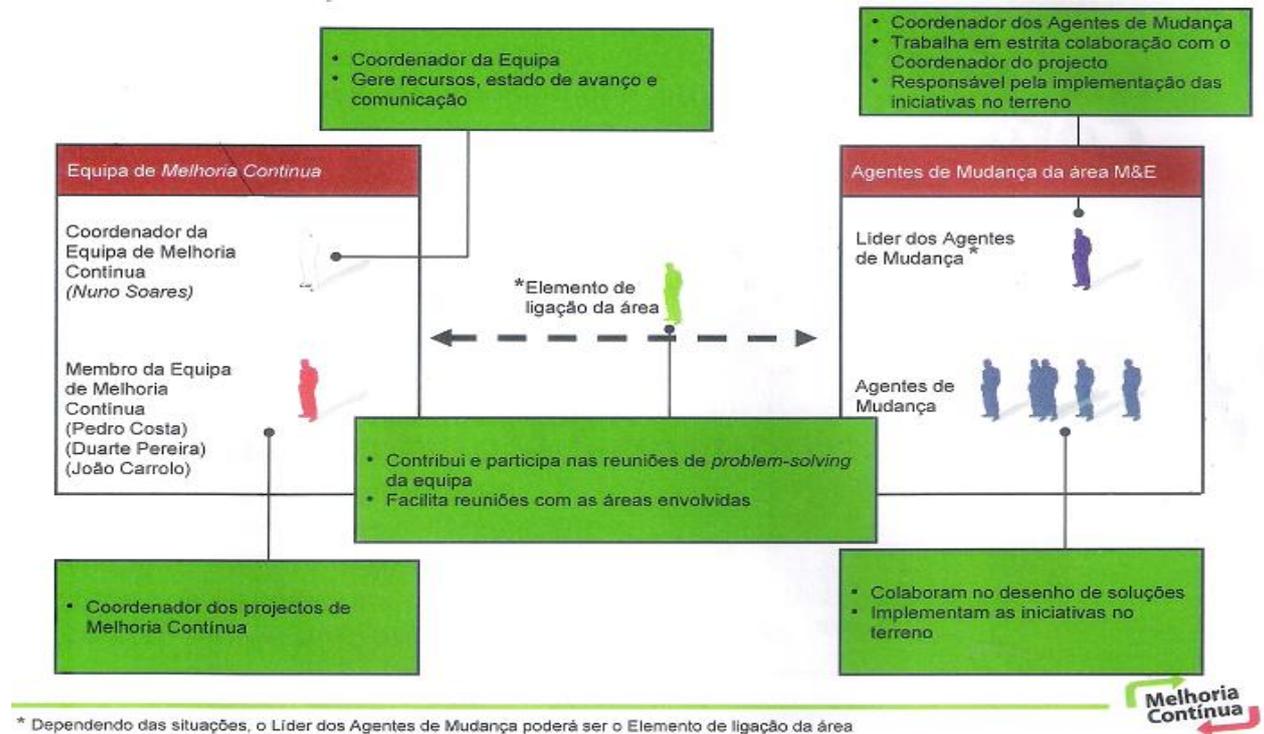


Figura 3.3 - Interação da Equipa de Melhoria Contínua

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

Finalizada a preparação, inicia-se a fase de **diagnóstico**, em que se tenta quantificar o estado actual (são definidos e quantificados indicadores representativos da performance do processo actual). Na fase seguinte, efectua-se o **desenho** do “novo” processo, alterando tudo o que possa ter um impacto positivo nos indicadores atrás referidos. É então depois elaborado um plano de implementação das mudanças ao plano, seguido da implementação desse mesmo plano. Após a implementação física estar concluída é necessário um período de funcionamento do “novo” processo, para recolha dos valores dos indicadores e posterior comparação com os valores do processo original. Caso os resultados sejam satisfatórios, o piloto é dado como concluído. Nos casos em que há a possibilidade de estender a solução aplicada a outros ambientes, é feito o **roll-out** (aplicação das mesmas alterações nos outros ambientes, de acordo com um plano pré-estabelecido). Na Figura 3.4 e Figura 3.5 estão esquematizadas as diversas fases por que passa um projecto-piloto de Melhoria Contínua.



Figura 3.4 - Etapas standard de um processo de Transformação

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

### Principais Actividades



Figura 3.5 - Etapas e principais actividades a desenvolver

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

Nem sempre é fácil efectuar mudanças, e as actividades de Melhoria Contínua apresentam habitualmente algumas dificuldades ao nível operacional e cultural. A

necessidade de ter na equipa de projecto Agentes de Mudança “deslocados” pontualmente do seu local de trabalho, obriga a alterações operacionais.

Por outro lado, do ponto de vista cultural, há uma resistência natural à mudança, (em especial numa empresa com 60 anos de existência) e implementar alterações a processos que por vezes têm mais de 15 anos gera por vezes controvérsias.

Por vezes os colaboradores têm alguma aversão à mudança e têm dificuldade em perceber o motivo daquela mudança, no entanto, os colaboradores directamente envolvidos no projecto acabam por sair do mesmo bastante satisfeitos com os resultados e muito mais “abertos à mudança”.

Para além disso, ficaram a conhecer todas as etapas do processo em que trabalham, passando portanto a ter consciência do impacto directo que as suas actividades têm, nas actividades dos restantes colaboradores do processo. Uma outra dificuldade encontrada pela equipa de Melhoria Contínua é a dificuldade em obter informação, esta informação (por exemplo, o registo de entrada e saída de um determinado componente na oficina de componentes) embora exista é de difícil extracção e tratamento.

A equipa de Melhoria Contínua até à presente data finalizou seis projectos-piloto, onde os resultados alcançados cumpriram ou excederam com as expectativas. Em todos eles verificou-se não só uma melhoria do processo em si, mas também uma alteração cultural dos elementos envolvidos no processo. Este é um factor muito importante, para que se possa criar uma cultura de Melhoria Contínua, aplicada por todos os colaboradores, no decorrer das suas actividades diárias.

Existem dois pilotos já finalizados, em que os resultados alcançados foram significativos, e com impacto financeiro nos resultados da organização.

O primeiro foi o processo de expedição de peças de motores para o estrangeiro, em que houve uma melhoria em todo o processo, a expedição das peças passou de **14 para 5 dias**.

O segundo foi o processo de manutenção “A-Check do Airbus 340”, em que houve uma redução do tempo de imobilização do avião de 36 para 28 horas, sem custos adicionais (para a organização) no processo.

Para além deste dois pilotos concluídos foram concluídos os seguintes projectos-piloto, “Via TAT”, “Visual Management”, “Follow up de Compras” e o “Antecipar Material”. O piloto “Visual Management” consistiu na criação de uma ferramenta de gestão visual para facilitar a organização e planeamento do trabalho diário, garantir a troca de informação em tempo útil e a fiabilidade da informação partilhada, no que se refere ao estado geral dos motores em oficina, tarefas planeadas por módulos e as planeadas versus realizadas.

O piloto, “Follow up de Compras” consistiu na criação de uma ferramenta que permitiu um melhor acompanhamento dos processos de aquisição de materiais, produtos e serviços. Esta ferramenta tem várias funcionalidades, como por exemplo, melhorar os procedimentos de avaliação de fornecedores, realizar o acompanhamento das encomendas de materiais, produtos/serviços e reduzir o tempo do processo de aquisição.

Com a aplicação desta ferramenta foi possível, por exemplo, subir a percentagem de encomendas entregues dentro do prazo em 7%, as encomendas com data de entrega confirmada pelo fornecedor aumentou 19% e o tempo médio de colocação da encomenda no fornecedor melhorou 15%.

O projecto-piloto “Antecipar Material” consistiu em eliminar casos em que o componente a reparar não foi logo inspeccionado, e quando a reparação da unidade se torna urgente, no momento da inspecção é detectada a necessidade de aquisição de material.

Para além destes projectos-piloto foram desenvolvidos e finalizados quatro projectos no âmbito dos 5 S, a saber; 5 S no grupo de “grupo de acessórios mecânicos da Manutenção de Componentes”, “5S no hangar 5”, “5 S no hangar 4” e por fim 5 S no Armazém de equipamentos e ferramentas do hangar 5”.

À data de conclusão da dissertação estão a decorrer oito projectos-piloto de Melhoria Contínua, sendo eles os seguintes:

- **Planeamento de Prioridades** - Definir uma metodologia de planeamento de prioridades otimizada, de forma a eliminar desperdícios e garantir um melhor cumprimento das datas de necessidade.
- **Gestão de Equipamentos Críticos** - Criar uma ferramenta de gestão dos equipamentos críticos de Hangar, que permita uma optimização do parque de equipamentos.
- **Mangas de Salvamento** - Optimizar os processos de planeamento de remoções, e de reparação das mangas de salvamento, de forma a garantir o aumento da capacidade da oficina de equipamentos de emergência.
- **Prevenção de Acidentes de Trabalho** - Alterar processos, de forma a aumentar a segurança dos operadores das máquinas/ferramentas da Oficina de Motores e, consequentemente, reduzir o índice de sinistralidade laboral.
- **PMA's** - Optimizar o processo de aprovação e de utilização de peças *PMA's* (componentes de “marca branca” devidamente aprovados/certificados) durante as actividades de Manutenção.
- **Processo de Facturação** - Optimizar o processo de facturação, reduzindo o prazo de emissão de facturas e aumentando a qualidade da informação.
- **Materiais em *Closed Loop*** - Aumentar a utilização das “mini-oficinas”, por forma, a garantir uma diminuição nos TATs de reparação de materiais em *closed loop*, melhorar a monitorização do circuito de reparação, assegurar a comunicação entre os diversos intervenientes no processo.
- **Circuito de Componentes** - Assegurar que os TAT dos Componentes são compatíveis com os requisitos dos Clientes.

O processo de Melhoria Contínua é um processo que não tem fim, e como tal para além destes pilotos que estão em curso existem já alguns prontos para serem “atacados”. Em

paralelo com todos estes pilotos estão também a ser desenvolvidas metodologias para execução de pilotos com base na utilização das técnicas 5S, e “*Kaizen Blitz*”.

Outro aspecto importante que deve ser destacado é o facto de a cada dois meses a equipa de Melhoria Contínua se reunir com a estrutura directiva da TAP ME para apresentar o status dos projectos e para definir novas oportunidades de melhoria. A estrutura directiva da TAP ME dá forte apoio à equipa de Melhoria Contínua e segundo Eng.º Nuno Soares este apoio é fundamental para a equipa.

Verificou-se que a equipa de Melhoria Contínua tem conseguido com algum sucesso efectuar mudanças nos processos. O impacto financeiro vem realçar este facto, pois, segundo Eng.º Nuno Soares até ao momento o impacto financeiro estimado supera largamente os custos com a implementação da equipa. Para além do factor financeiro, não se deve desprezar o impacto deste tipo de actividades na mudança cultural da empresa. Segundo o Eng.º Nuno Soares, coordenador da área “*apesar de não existir ainda um histórico extenso de resultados, estou convicto de que esta actividade é, e continuará a ser fundamental para o desenvolvimento e manutenção da competitividade da TAP ME no mercado onde se insere.*”

### 3.2.2.3. Ferramentas e Técnicas

*Segundo o Eng.º Nuno Soares “quando a TAP ME decidiu implementar uma equipa de Melhoria Contínua foi necessário identificar e definir quais as melhores práticas existentes no mercado e quais se poderiam adaptar à realidade da TAP ME. A escolha caiu pela metodologia lean, apesar de esta metodologia ser mais fácil de implementar em linhas de montagem que em ambientes MRO. O lean é um conjunto de estratégias para identificar e eliminar desperdícios nos processos, nos produtos e na empresa, orientada para o Cliente. Através desta metodologia consegue-se melhorar a eficiência pela redução dos tempos dos processos, trabalhar ao ritmo da procura e melhorar a qualidade assim como reduzir custos. Em suma, o lean tem como objectivo “CRIAR VALOR” através da “ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS”.*

A equipa de Melhoria Contínua utiliza variadíssimas ferramentas/técnicas durante a execução de um piloto. Não existe uma ferramenta/técnica única, pois cada piloto é um piloto e apresenta características próprias, no entanto, as ferramentas/técnicas mais utilizadas pela Equipa de Melhoria Contínua são as seguintes:

- *Value Stream Mapping (VSM)* - Metodologia para desenhar os fluxos de informação, dos processos e dos materiais com o objectivo de identificar os desperdícios e conceber soluções para os eliminar.
- *Value Added Time (VAT)* - Quantifica a percentagem de actividades que acrescentam valor e as que não acrescentam realizadas num determinado período de tempo.
- *OEE* - Eficácia global do equipamento

- *Spaghetti Diagram* - Identifica o movimento de pessoas que não acrescenta valor ao produto/serviço final.
- *Takt Time* - O Takt Time determina o ritmo exacto a que uma tarefa necessita de ser realizada.
- *Metodologia 5 S* - Metodologia baseada em cinco conceitos (todos começados originalmente em Japonês pela letra S), separar, arrumar, limpar, sistematizar, respeitar.
- *Gestão Visual* - Ferramenta utilizada para facultar a informação sobre os processos de produção, instruções de manutenção ou actividades básicas diárias num formato visual, fixada nos locais onde é necessária.
- Diagrama de *Pareto* - proporciona uma classificação visual da frequência de um problema.
- Diagrama de dispersão - Contribui para dar a conhecer a inter-relação entre duas variáveis.
- Diagrama de causa efeito
- Cinco porquês - Permite chegar à raiz do problema.
- ...

São várias as ferramentas/técnicas utilizadas pela equipa de Melhoria Contínua um aspecto importante a ter em conta é o facto de as metodologias da Melhoria Contínua não produzem ganhos através de um esforço acrescentado das pessoas. Visam pelo contrário, produzir mais pela eliminação de desperdícios.

#### **3.2.2.4. Etapas e Actividades**

No ponto 3.2.2.2. já foram abordadas as principais fases e actividades a cumprir num processo de melhoria, na Figura 3.4 e Figura 3.5 é possível verificar qual a ordem de realização de cada uma das fases assim como a principais a actividades a desenvolver em cada uma. Neste ponto será apresentado com mais detalhe as actividades a realizar por cada uma das fases.

Convém também referir que para cada projecto-piloto existe uma folha de detalhe de projecto, esta folha deve ser preenchida consoante a fase e as alterações que vão acontecendo ao longo do piloto. Na Figura 3.6 está apresentado um exemplo de uma folha de descrição de um piloto.

Figura 3.6 - Folha de descrição de um projecto-piloto

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

### 3.2.2.4.1. Etapas a Cumprir na Fase de Preparação

Na Tabela 3.2 estão apresentadas as actividades a desenvolver na fase de preparação assim como os resultados esperados para cada uma das actividades.

Tabela 3.2 - Etapas a cumprir na fase de preparação

Actividades a Desenvolver	Resultado Espectável da Actividade
Reunião de kick-off do projecto-piloto (elementos da área e elementos da equipa de Melhoria Contínua integrantes do projecto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição de aspiração/objectivo para o projecto (caso não o tenha sido feito pela área envolvida no âmbito dos projectos locais da área);</li> <li>Definição da equipa de projecto;                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Definição do elemento da Equipa de Melhoria Contínua a integrar equipa de projecto;</li> <li>Definição dos elementos da área a integrar equipa de projecto (inclui definição do tempo alocado ao projecto - idealmente 100% para a duração do projecto);</li> </ul> </li> </ul>
Reunião de kick-off do projecto-piloto (elementos da área e elementos da	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição dos agentes de mudança:</li> </ul>

equipa de Melhoria Contínua integrantes do projecto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preenchimento da folha de descrição do projecto;</li> </ul>
Secção interna de Melhoria Contínua;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de actividades a desenvolver na próxima fase e preencher a folha da Equipa de Melhoria Contínua;             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Definição de análises a executar;</li> <li>➤ Definição de entrevistas a executar;</li> </ul> </li> </ul>
Afixação da folha de descrição de projecto na(s) área(s) envolvidas no projecto;	
Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase;	

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

### 3.2.2.4.2. Etapas a Cumprir na Fase de Diagnóstico

Na Tabela 3.3 estão apresentadas as actividades a desenvolver na fase de diagnóstico assim como os resultados esperados para cada uma das actividades.

Tabela 3.3 - Etapas a cumprir na fase de diagnóstico

Actividades a Desenvolver	Resultado Espectável da Actividade
Formação aos elementos integrantes da equipa de projecto por parte da Equipa de Melhoria Contínua;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizagem por parte dos elementos da equipa por princípios lean, análises típicas e exemplos práticos;</li> </ul>
Reunião com elementos do projecto para preenchimento da folha de acompanhamento da fase actual do projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alocação de responsabilidades e de deadlines pelas análises e entrevistas pelos membros da Equipa de Projecto;</li> </ul>
Execução das análises e entrevistas;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirada de conclusões (identificadas de causas de problemas) das análises efectuadas;</li> </ul>
Identificação de novas análises necessárias à identificação das causas dos problemas (opcional);	

Execução de novas análises e entrevistas (opcional);	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirada de conclusões (identificação de causas de problemas) das análises efectuadas (opcional);</li> </ul>
Sessões de trabalho de análise das análises com todos os elementos da equipa de projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação das causas dos problemas sobre os resultados de todas as análises efectuadas;</li> <li>Verificar se as causas identificadas correspondem às três vertentes do piloto - Sistema operativo, Infra-Estrutura de Gestão e Atitudes e Comportamentos;</li> </ul>
Apresentação dos resultados e respectiva validação com sponsors de projecto e/ou hierarquia da área envolvida;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados validados e decisão de continuação para a fase de desenho</li> </ul>
Sessão interna da Equipa de Melhoria Contínua de planeamento de próximos passos;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição das actividades a desenvolver na próxima fase da Equipa de Melhoria Contínua de acompanhamento da iniciativa;</li> </ul>
Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase;	

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

### 3.2.2.4.3. Etapas a Cumprir na Fase de Desenho

Na Tabela 3.4 estão apresentadas as actividades a desenvolver na fase de desenho assim como os resultados esperados para cada uma das actividades.

Tabela 3.4 - Etapas a cumprir na fase de desenho

Actividades a Desenvolver	Resultado Espectável da Actividade
Reunião com elemento do projecto para preenchimento da folha de acompanhamento das actividades da fase actual do projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Folha de acompanhamento das actividades preenchida;</li> </ul>
Sessão(ões) de trabalho para brainstorming de soluções com todos os elementos da equipa de projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hipóteses de solução para o problema desenhadas;</li> <li>Avaliação das soluções encontradas (avaliação de impacto vs facilidade de implementação);</li> </ul>
Sessão(ões) de trabalho para detalhe das soluções encontradas;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soluções desenhadas e detalhadas em papel;</li> <li>Verificação se as soluções abordam todas as causas definidas a nível de Sistema Operativo, Infra-estrutura</li> </ul>

	<p>de Gestão e Atitudes e Comportamentos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculo do impacto financeiro e operacional face ao planeado no inicio do projecto;</li> </ul>
Preenchimento da filha de projecto com a solução final;	
Apresentação da solução e validação informal das soluções com sponsors de projecto e/ou hierarquia da área envolvida;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validação para testes das soluções encontradas;</li> </ul>
Sessão interna da Equipa de Melhoria Contínua de planeamento de próximos passos;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição das actividades a desenvolver na próxima fase e preencher a folha da Equipa de Melhoria Contínua de acompanhamento da iniciativa;</li> </ul>
Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase;	

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

#### 3.2.2.4.4. Etapas a Cumprir na Fase de Planeamento

Na Tabela 3.5 estão apresentadas as actividades a desenvolver na fase de planeamento assim como os resultados esperados para cada uma das actividades.

Tabela 3.5 - Etapas a Cumprir na fase de Planeamento

Actividades a Desenvolver	Resultado Esperável da Actividade
Reunião com elementos do projecto para preenchimento da folha de acompanhamento das actividades da fase actual do projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folha de acompanhamento das actividades preenchida;</li> </ul>
Sessão(ões) de trabalho para definição do plano de implementação (a um nível micro detalhe) com todos os elementos da equipa de projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação de todas as actividades necessárias para a implementação;</li> <li>• Identificação dos responsáveis por cada actividade com respectivos deadlines;</li> <li>• KPIs operacionais e financeiros a acompanhar para garantir impacto. Definição dos responsáveis pela actualização/ medição destes KPIs e da respectiva periodicidade de actualização;</li> <li>• Folha de planeamento de implementação preenchida;</li> </ul>

Actualização da folha de descrição do projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualização da folha de descrição do projecto;</li> </ul>
Elaboração dos posters de implementação;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posters preparados;</li> </ul>

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

### 3.2.2.4.5. Etapas a Cumprir na Fase de Implementação

Na Tabela 3.6 estão apresentadas as actividades a desenvolver na fase de implementação assim como os resultados esperados para cada uma das actividades.

Tabela 3.6 - Etapas a Cumprir na fase de Implementação

Actividades a Desenvolver	Resultado Espectável da Actividade
Divulgação dos posters de Implementação;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantir o alinhamento de todos os elementos envolvidos na implementação;</li> </ul>
Reunião de Kick-off com os Agentes de Mudança;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Validação dos KPIs e monitorização do processo;</li> </ul>
Acompanhamento dos KPIs;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Novo processo implementado;</li> </ul>
Acompanhamento presencial dos primeiros “passos de implementação;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Folha de acompanhamento da implementação actualizada;</li> </ul>
Reuniões regulares com responsáveis por implementação para identificação de problemas do novo processo;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista exhaustiva de problemas;</li> <li>Elaboração de relatórios com problemas encontrados;</li> </ul>
Sessão(ões) de trabalho para brainstorming para resolução de problemas encontrados com todos os elementos da equipa de projecto;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de iniciativas de correcção dos problemas identificados com responsáveis e deadlines;</li> </ul>
Cálculo do impacto operacional e financeiro final;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impacto final calculado;</li> </ul>
Reunião de conclusão do piloto e validação de go/no go para rollout com sponsors e/ou hierarquia da área envolvida;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Validação para implementação “contínua” da solução;</li> </ul>
Sessão interna da equipa de Melhoria Contínua de planeamento de próximos passos;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definição das actividades a desenvolver na próxima fase e preencher folha da Equipa de Melhoria Contínua de acompanhamento da iniciativa;</li> </ul>

Preenchimento da folha de detalhe do projecto com informação desta fase;	
Comunicação do sucesso através de posters afixados nas áreas;	

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

### 3.2.2.4.6. Etapas a Cumprir na Fase de Roll-Out

Na Tabela 3.7 estão apresentadas as actividades a desenvolver na fase de implementação assim como os resultados esperados para cada uma das actividades.

Tabela 3.7 - Etapas a cumprir na fase de implementação

Actividades a Desenvolver	Resultado Esperável da Actividade
Reunião com responsáveis das áreas/processos passíveis de roll-out para identificação, desenho e planeamento do processo de roll-out;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de áreas/processos passíveis de roll-out;</li> <li>• Definição do plano implementação (incluindo comunicação interna na área de arranque do roll-out) com responsáveis e deadlines;</li> </ul>
Quantificação de impacto operacional e financeiro do roll-out;	
Monitorização da implementação e acompanhamento dos KPIs, através da folha de acompanhamento da implementação;	
Comunicação na reunião bi-mestral efectuada com a estrutura primária;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informação: <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Fim de roll-out;</li> <li>➢ Impactos;</li> <li>➢ KPIs</li> </ul> </li> </ul>

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

### 3.2.2.5. Sugestões de Melhoria

No ponto 3.2.2.2 verificou-se que uma das formas de *criação* de um projecto-piloto é através da sugestão dos colaboradores. Qualquer colaborador pode sugerir uma melhoria, para tal, basta enviar a sugestão para o e-mail de Melhoria Contínua criado especificamente para o caso. Na equipa central de Melhoria Contínua existe um elemento responsável pelo tratamento das sugestões, sendo que existe uma rotação deste elemento todos os anos.

As actividades a desenvolver no tratamento de sugestões estão apresentados na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Actividades a desenvolver no tratamento de sugestões

Actividades a Desenvolver
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepção das sugestões (via e-mail)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resposta ao e-mail de origem, a confirmar a recepção, e a informar que a sugestão será analisada;                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prazo de 10 dias;</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar a sugestão quanto à sua aplicabilidade num conceito de Melhoria Contínua;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar à área envolvida, para análise, definição de métodos de contenção (se aplicável) e decisão de implementação;</li> <li>• Caso se trate de uma sugestão que não se enquadre num conceito de melhoria contínua, informar o emissor e arquivar processo;                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prazo de 30 dias;</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Após a recepção da decisão da área (ou cada 60 dias) informar o emissor:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Qual a conclusão da análise (ou se continua em análise);                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Próximos Passos;</li> </ul> </li> <li>• Prazo de 60 em 60 dias;</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhar a implementação da sugestão;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar ao emissor a conclusão da implementação;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquivar processo;</li> </ul>

Fonte: Manual de Procedimentos Standard TAP ME

### 3.2.2.6. Projectos-Piloto Concluídos

#### 3.2.2.6.1. Expedição de Materiais

O projecto-piloto, “*Expedição de Materiais*” foi realizado na manutenção de motores da TAP ME. Quando era necessário enviar material reparar para o estrangeiro este passava por 7 fases distintas, desde a identificação da peça para reparação no estrangeiro (etiquete ESTR) até ser entregue à transportadora, demorando este processo um tempo médio de 14 dias, como demonstra a Figura 3.7. Devido à parte burocrática e a dificuldade no transporte de materiais existia interrupção no fluxo.

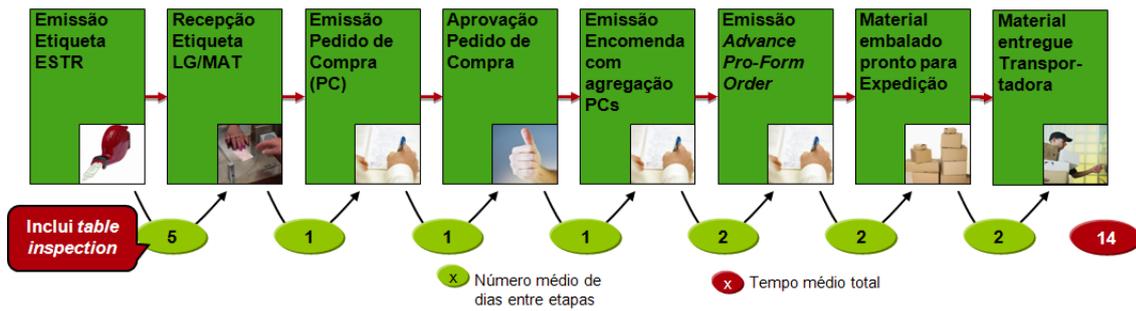


Figura 3.7 - Processo de envio de material para o estrangeiro

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

A equipa de Melhoria Contínua (Agentes de Mudança e Melhoria Contínua) alterou a forma como o processo de expedição de materiais era executado. No novo processo de expedição de materiais, o material e a informação seguem fluxos paralelos, desde que se emite a etiqueta *ESTR* até as peças serem entregues na área de expedição da TAP ME. Com a alteração no processo conseguiu-se reduzir os tempos de espera, melhorar a comunicação ao longo do processo e agilizar o circuito das peças a enviar para o estrangeiro. Com estas melhorias o tempo médio do processo passou de 14 dias para 5 dias. O novo processo pode ser visto na Figura 3.8.

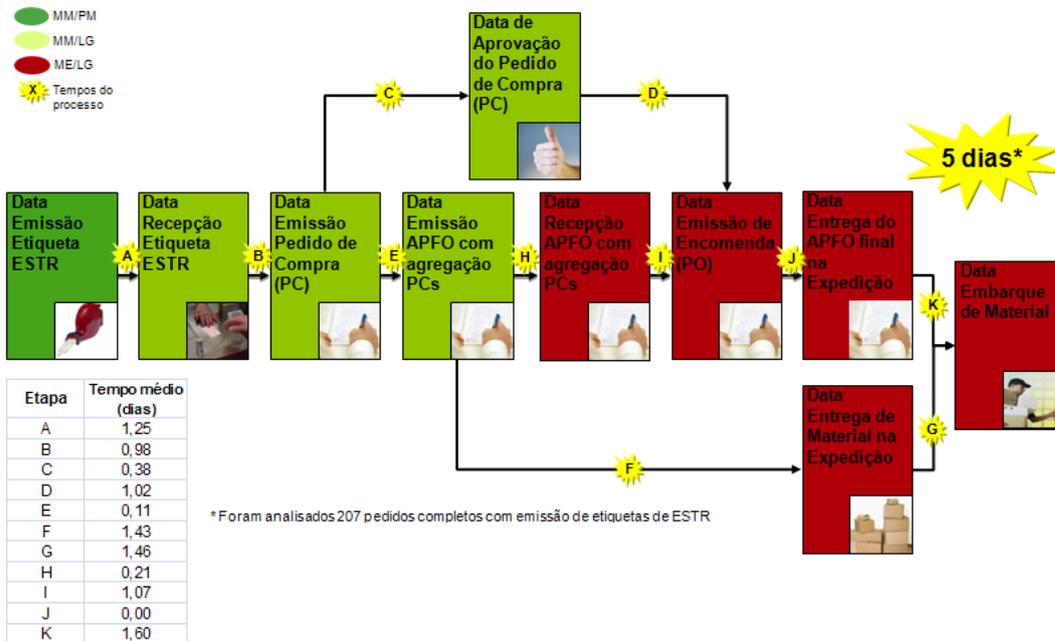


Figura 3.8 - Novo processo de envio de material para o estrangeiro

Fonte: Introdução à Melhoria Contínua TAP ME

### 3.2.2.6.2. Visual Management

O projecto-piloto, “*Visual Management*” foi realizado na manutenção de motores da TAP ME. Tendo em conta a diversidade de áreas envolvidas na reparação de um motor é necessário ter atenção aos fluxos de informação que, quando insuficientes podem dificultar o planeamento de tarefas.

O “*Visual Management*” consistiu na criação de um sistema de gestão visual como forma de facilitar a organização e planeamento do trabalho diário, garantir a troca de informação em tempo útil e a fiabilidade da informação partilhada, no que diz respeito ao estado geral dos motores em oficina, tarefas planeadas por módulos e as planeadas versus realizadas. Cada um dos cinco grupos de trabalho envolvidos, *desmontagem final*, *montagem final*, *subconjuntos*, *limpeza e inspecção dimensional*, possui uma ferramenta de gestão visual.

A ferramenta de gestão visual em cada grupo de trabalho, inclui:

- Lista de tarefas a concretizar semanalmente, por motor;
- Motivos de atraso e/ou incumprimento das tarefas planeadas;
- Kpis do Grupo de Trabalho;
- Inclui ainda o mapa geral de todos os motores existentes em oficina;

Segundo Ana Vieira, responsável deste projecto-piloto, “*as pessoas envolvidas no projecto dominavam profundamente o seu trabalho, no entanto, não tinham uma visão global dos processos. Com a ferramenta de gestão ficam a conhecer as implicações da execução das suas tarefas no trabalho das outras equipas, o que é importante, tendo em conta que trabalham por turnos*”.

Como forma de perceber o impacto da ferramenta de gestão foram distribuídos 27 questionários pela produção, os resultados obtidos são satisfatórios. De acordo com os questionários, cerca de 70% dos trabalhadores consideram bons ou muito bons os benefícios desta ferramenta no dia-a-dia da oficina. Sendo que 56% consideram que a informação disponibilizada pela ferramenta é boa ou muito boa. Os resultados dos questionários podem ser analisados nos Gráfico 3.2 e Gráfico 3.3.

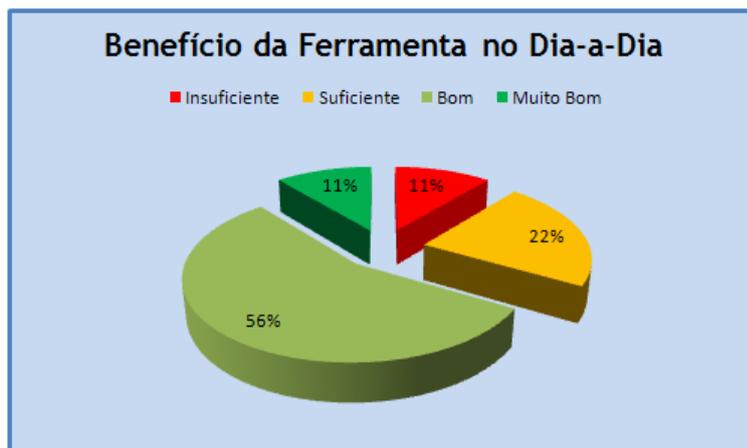


Gráfico 3.2 - Benefício do *Visual Management* no dia-a-dia da oficina

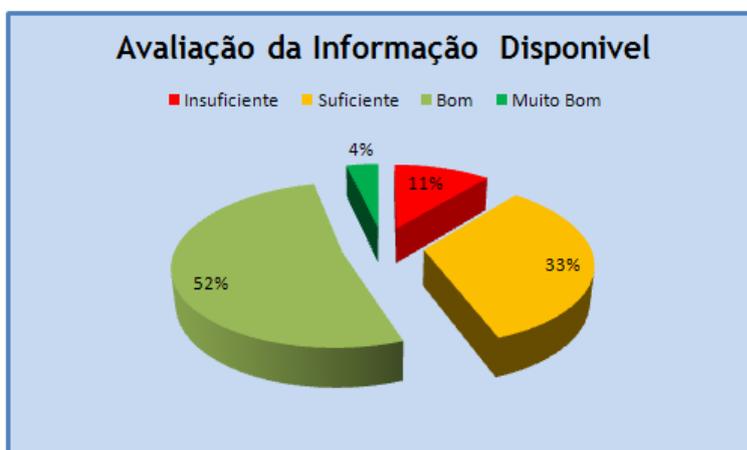


Gráfico 3.3 - Avaliação da Informação Disponível Através da Ferramenta

### 3.2.2.6.3. *Follow Up* de Compras

O piloto, “*Follow up* de Compras” consistiu na criação de uma ferramenta que permitiu um melhor acompanhamento dos processos de aquisição de materiais, produtos e serviços. Esta ferramenta tem várias funcionalidades, como por exemplo, melhorar os procedimentos de avaliação de fornecedores, realizar o acompanhamento das encomendas de materiais, produtos/serviços e reduzir o tempo do processo de aquisição.

Este projecto-piloto foi testado e monitorizado na manutenção de componentes e nos pedidos de consumo imediato da manutenção de aviões. Com a aplicação desta ferramenta foi possível subir a percentagem de encomendas entregues dentro do prazo em 7%, as encomendas com data de entrega confirmada pelo fornecedor aumentou 19% e o tempo médio de colocação da encomenda no fornecedor melhorou 15%.

#### **3.2.2.6.4. A-Check A340 em 24 Horas**

Quando um avião está no chão, não realiza receitas e acrescenta custos, no entanto, o avião não pode voar consecutivamente e há paragens obrigatórias para realizar inspecções. Diminuir os tempos de inspecção torna-se então fundamental para a competitividade de uma MRO, conseguindo diminuir o tempo do avião no chão, consegue-se libertar o avião mais cedo assim como libertar o espaço e mão-de-obra em hangar para outras actividades.

O objectivo inicial deste projecto-piloto era reduzir o *Turn Around Time* (TAT) das *A-Cheks* de 36 para 24 horas, no entanto, este objectivo não foi totalmente atingido, as *A-Cheks* passaram de 36 horas para 28 horas. É de salientar que apesar de as 24 horas não terem sido atingidas, em média, no final das 24 horas de inspecção 95% dos trabalhos já estão concluídos. A redução do TAT para 28 horas foi possível com a reorganização dos trabalhos realizados, para tal, foi criada uma ferramenta de controlo de processo, *milestones*, para os principais momentos da inspecção. Para além desta ferramenta de controlo foi também criada uma ferramenta de planeamento de mão-de-obra por grupo que intervém no processo.

O impacto financeiro resultante da disponibilidade de uma aeronave para mais 8 horas de voo é muito significativo. Neste piloto está a decorrer o roll-out para a restante frota da TAP, estando já concluído o *roll-out* da frota A330.

#### **3.2.2.6.5. VIA TAT**

O desenvolvimento deste projecto-piloto passou pela criação de uma via TAT na Oficina de Motores e pelo desenvolvimento de uma ferramenta que permite não só identificar as peças prioritárias, mas também, as peças para as quais é necessário encontrar uma solução uma vez que os seus tempos de reparação interna ou externa podem ser críticos face ao TAT contratual do motor. Enquanto as áreas físicas, criadas na oficina, contribuíram para diferenciar as peças prioritárias e fomentam a organização do espaço, a ferramenta veio melhorar os critérios de prioritização de peças a reparar na oficina ou no exterior.

#### **3.2.2.6.6. Antecipar Material**

O projecto-piloto antecipar material teve a particularidade de ser desenvolvido inicialmente na Manutenção de Componentes - Electrónica e Instrumentação MC/IE (grupo de cabines) e com este em curso foi também aplicado na Manutenção Componentes - Hidráulicos e Pneumáticos MC/HP (grupo acessórios eléctricos). Os projectos-piloto desenvolvidos tinham os mesmos objectivos, no entanto, são diferentes entre si, uma vez que cada um vai de encontro com a realidade em que está inserido.

O objectivo deste projecto-piloto era o de reajustar o processo de unidades com enfoque na melhoria do tempo dispendido ao longo do processo, desde que as unidades entram em oficina e são reparadas até que efectivamente é feito o pedido de material necessário à sua reparação.

Para tal foi criada uma ferramenta de gestão visual para auxiliar o controlo de entradas no grupo de trabalho e permitir um acompanhamento apertado das tarefas a efectuar em oficina até as unidades ficarem imobilizadas por requisição de material ao armazém ou ao exterior.

Os resultados obtidos com a conclusão deste projecto-piloto estão apresentados na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Conclusões do projecto-piloto *Antecipar Material*

Resultados do Antecipar Material	
Acessórios Eléctricos	Acessórios de Combustível
Implementada a ferramenta de Gestão Visual;	Implementada a ferramenta de Gestão Visual;
Diminuiu a variabilidade do TAT das unidades intervencionadas no grupo em 20%;	Unidades (exclusivas de um determinado Part Number) tiveram uma redução de 23% no TAT;
O TAT decorrido das unidades com TAT longo (mais de 35 dias) diminuiu 10%;	Diminuição em 20% do tempo dispendido até à primeira interrupção;
Melhorou a distribuição da mão-de-obra pelas unidades não urgentes;	Diminuição em 45% do tempo dispendido entre o fim da última interrupção e a saída da unidade.
O tempo decorrido entre a recepção da unidade no grupo e a 1ª interrupção diminuiu em 50%;	Melhorou a distribuição da mão-de-obra pelas unidades não urgentes;

### 3.2.2.7. Projectos-Piloto em Curso

#### 3.2.2.7.1. Mangas de Salvamento

Como referido anteriormente o projecto-piloto “Mangas de Salvamento” é um projecto-piloto cujo objectivo é de otimizar os processos de planeamento de remoções, e de reparação das mangas de salvamento, de forma a garantir o aumento da capacidade da oficina de equipamentos de emergência, o projecto-piloto em causa está a ser desenvolvido na MC/HP.

À data de entrega da dissertação este projecto-piloto encontra-se na fase de diagnóstico, as actividades desenvolvidas até ao momento foram as seguintes:

- Mapeamento (VSM) do processo de overhaul das mangas e do processo de planeamento, onde foi possível identificar constrangimentos nas diversas fases do processo;
- Foram acompanhados de overhaul de mangas e substituição de mangas em avião;
- Análise de informação e recolha de indicadores;
  - VAT no processo de overhaul;
  - Remoções não programadas: impacto e origem;
  - Subcontratação de overhaul de mangas: quantidade e custos;
  - Universo das mangas: intervalos e limites;
  - Aproveitamento do potencial;
  - TATs oficiais versus TATs sistema - mangas em espera;
  - Levantamento de oportunidades de melhoria;

Ainda dentro da fase de diagnóstico, os próximos passos do projecto-piloto são:

- Análise de informação/Recolha de indicadores;
  - Antecipação da carga oficial do próximo ano;
  - Custo de overhaul versus custos de aquisição;
  - Quantificar potencial que se perde por se remover apenas nas A-Cheks;
  - Sem constrangimentos de espaço o que pode ser feito com a mão-de-obra actual;

Com a realização dos passos anteriores será fechada a fase de diagnóstico.

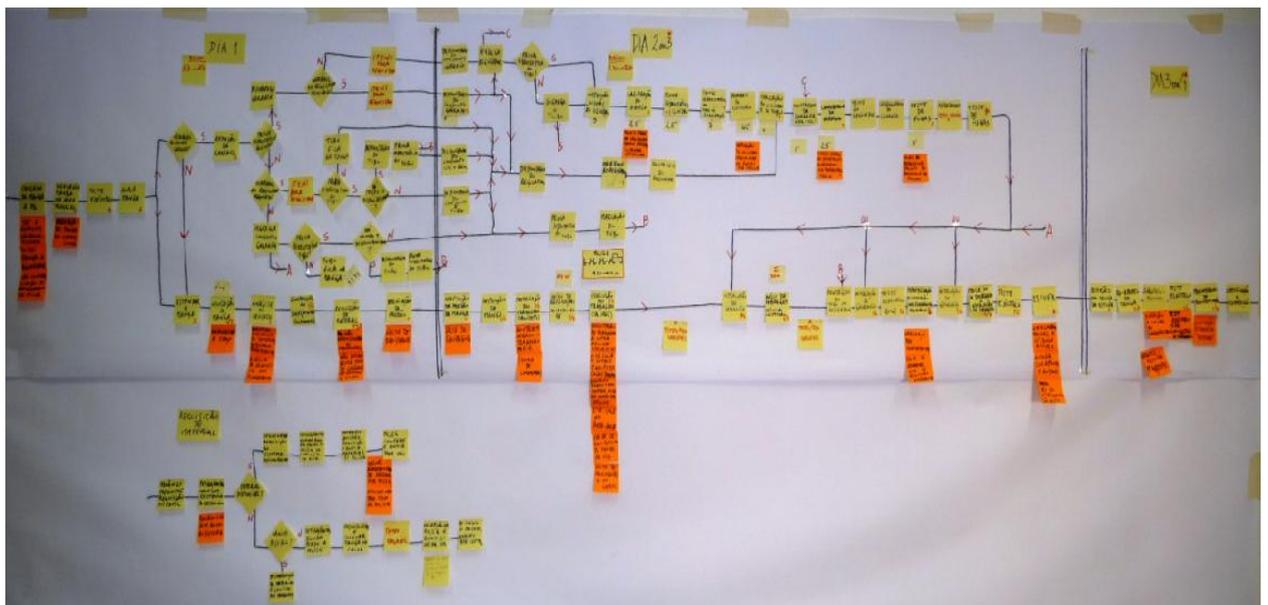


Figura 3.9 - VSM do overhaul das *Mangas de Salvamento*

### 3.2.2.7.2. Planeamento de Prioridades

Como referido anteriormente o projecto-piloto “Planeamento de Prioridades” é um projecto-piloto cujo objectivo é definir uma metodologia de planeamento de prioridades otimizada, de forma a eliminar desperdícios e garantir um melhor cumprimento das datas de necessidade, o projecto-piloto em causa está a ser desenvolvido na MC/IE e MC/HP.

Para tal é necessário criar um modelo que auxilie na priorização diária das unidades recepcionadas na oficina para reparação, que melhore o balanceamento entre as unidades planeadas e as unidades não planeadas e consequentemente, que garanta o cumprimento das datas de necessidade das unidades.

À data de entrega da dissertação este projecto-piloto encontra-se na fase de implementação, tendo sido já criado o modelo em causa (Figura 3.10). A ferramenta em causa será implementada num determinado grupo da MC/IE, sendo acompanhado os resultados obtidos com a implementação. Implementada a ferramenta na MC/IE será iniciada a implementação na MC/HP. Por fim, serão recolhidos os indicadores e análises para avaliação do projecto-piloto e eventual rollout.



Figura 3.10 - Ferramenta do *Planeamento de Prioridades*

### 3.2.2.7.3. Materiais em *Closed Loop*

Como referido anteriormente o projecto-piloto “Materiais em *Closed Loop*” tem o objectivo de aumentar a utilização das “mini-oficinas”, por forma, a garantir uma diminuição nos TATs de reparação de materiais em *closed loop*, melhorar a monitorização do circuito de reparação, assegurar a comunicação entre os diversos intervenientes no processo. O projecto-piloto em causa está a ser desenvolvido na MA.

À data de entrega da dissertação este projecto-piloto encontra-se na fase de implementação.

#### **3.2.2.7.4. Circuito de Componentes**

Como referido anteriormente o projecto-piloto “Circuito de Componentes” é um projecto-piloto cujo objectivo é assegurar que os TAT dos Componentes são compatíveis com os requisitos dos clientes, o projecto-piloto em causa está a ser desenvolvido na MM.

À data de entrega da dissertação este projecto-piloto encontra-se na fase de implementação, as actividades desenvolvidas até ao momento foram as seguintes:

- Compilação e tratamento da informação;
- Utilização de um determinado tipo de motor, motor de clientes;
- Lista de componentes retirados dos reactores;
- Mapeamento dos processos;
- Grau de correlação entre o TAT do reactor/acessórios;
- Redesenho de processos;
- Planeamento Modular Integrado (Janelas de remoção/intervenção/instalação; Capacidades; Partilha de informação);

Neste momento está a ser monitorizado e acompanhado o processo da implementação das oportunidades identificadas em 4 eventos, onde se pretende propor melhorias nos processos testados e aferir o sucesso das soluções propostas.

Ainda dentro da fase de implementação os próximos passos para o projecto-piloto em causa são os seguintes:

- Planeamento modular integrado (desenvolvimento de uma ferramenta que facilite a gestão, controlo e acompanhamento dos acessórios dos diferentes reactores, permitindo a partilha do “status” dos acessórios pelas diferentes áreas da organização)
- Circuito de acessórios - Movimentação de material - Rotáveis
- Circuito de acessórios - Movimentação de material - Consumo

Finalizados os passos anteriores será fechada a fase de implementação, e avaliado o sucesso do projecto-piloto em causa.

#### **3.2.2.7.5. Prevenção de Acidentes de Trabalho**

Como referido anteriormente o projecto-piloto “Prevenção de Acidentes de Trabalho” é um projecto-piloto cujo objectivo é alterar processos, de forma a aumentar a segurança dos operadores das máquinas/ferramentas da oficina de motores e, consequentemente, reduzir o índice de sinistralidade laboral.

À data de entrega da dissertação este projecto-piloto encontra-se na fase de implementação, as actividades desenvolvidas até ao momento foram as seguintes:

- Compilação de dados;
- Elaboração/entrega/avaliação das respostas de um questionário aos colaboradores;
- Desenvolvimento de um “check list” para avaliação dos postos de trabalho;
- Análise das oportunidades de melhoria;
- Definição de prioridades de actuação;
- Redesenho do processo de participação de acidentes de trabalho;

Ainda dentro da fase de implementação os próximos passos para o projecto-piloto em causa consiste em monitorizar e acompanhar o progresso de implementação das oportunidades identificadas, analisar os KPIs, e por fim fechar e avaliar o projecto-piloto em causa.

#### **3.2.2.7.6. Utilização de PMAs**

Como referido anteriormente o projecto-piloto “Utilização de PMAs” é um projecto-piloto cujo objectivo é otimizar o processo de aprovação e de utilização de peças PMAs durante as actividades de manutenção.

À data de entrega da dissertação este projecto-piloto encontra-se na fase de implementação, as actividades desenvolvidas até ao momento foram as seguintes:

- Compilação de dados;
- Pares OEM-PMA registados/abertos/fechados;
- Redesenho do processo de aceitação de material FAA-PMA (avaliação económica; Aprovação técnica e aprovação contractual);
- Definição da aplicabilidade contratual para as frotas A330/A340;
- Análise da base de dados “star alliance”. Avaliação económica. Definição de prioridades para a aprovação técnica;
- Definição de objectivos na utilização de PMA;
- Avaliação técnica: Foram concluídas as avaliações de aproximadamente 73% dos P/N definidos como prioritários. O tempo médio de aprovação foi de 88 dias;

Ainda dentro da fase de implementação os próximos passos para o projecto-piloto em causa consiste em rever um determinado NTM, continuar o processo de avaliação técnica dos restantes P/N definidos como prioritários e recolha de KPIs.

#### **3.2.2.7.7. Processo de Facturação**

Como referido anteriormente o projecto-piloto “Processo de Facturação” é um projecto-piloto, cujo objectivo é o de otimizar o processo de facturação reduzindo o prazo de emissão de facturas e aumentando a qualidade da informação (diminuir o nº de reclamações).

À data de entrega da dissertação este projecto-piloto encontra-se na fase de diagnóstico, as actividades desenvolvidas até ao momento foram as seguintes:

- Compilação e análise de dados, caracterização das facturas por:
  - Evento;
  - Cliente;
  - Facturação;
  - Classificação;
- Percepção dos clientes, através do questionário realizados aos clientes (2010);
- Mapeamento dos diferentes processos (VSM) de emissão de facturas:
  - Calibrações;
  - Venda de material;
  - Aviões em hangar;
  - Aviões em hangar;
  - Aviões em Linha;
  - Motores;
  - Componentes;
  - Facturas por hora de voo;
- Análises dos contratos;

Ainda dentro da fase de diagnóstico os próximos passos deste projecto-piloto são os seguintes:

- Comparação dos diferentes processos (VSM);
- Cálculo de período médio de facturação dos diferentes tipos de facturas;
- Realização de uma sessão de brainstorming;

### **3.2.2.8. Projectos-piloto 5 S**

Para além dos projectos-piloto desenvolvidos a área de melhoria contínua desenvolveu e concluiu (à data de entrega da presente dissertação) 4 projectos-piloto no âmbito dos 5 S, os projectos-piloto foram os seguintes:

- 5 S no grupo de Acessórios Mecânicos da MC/HP;
- 5S no hangar 5;
- 5S no hangar 4;
- 5S no Armazém de equipamentos e ferramentas do hangar 5;

Os projectos-piloto 5 S, hangar 4, hangar 5 e no Armazém de equipamentos e ferramentas do hangar 5 serão abordados no capítulo 4, uma vez que estes projectos-piloto são uma consequência do projecto-piloto abordado no capítulo 4.

### 3.2.2.8.1. 5 S no Grupo de Acessórios Mecânicos

Segundo a equipa de melhoria contínua o projecto-piloto este projecto-piloto teve a características apresentadas na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Prós e Contras da Aplicação dos 5 S no Grupo de Acessórios Mecânicos

Prós
<ul style="list-style-type: none"><li>• Duração;</li><li>• Lista de Acções Pendentes;</li><li>• De uma forma geral o empenho das pessoas envolvidas foi crescente;</li><li>• Visitas da Direcção ao local;</li><li>• Elementos da Equipa 5 S estiveram 100% dedicados ao evento;</li></ul>
Contras
<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de investimento para potenciar o resultado;</li><li>• Escolha do local com um nível elevado de organização diminuiu o impacto do evento;</li></ul>

Fonte: Equipa de Melhoria Contínua



Figura 3.11 - Grupo de Acessórios Mecânicos Antes da Aplicação dos 5 S



Figura 3.12 - Grupo de Acessórios Mecânicos Depois da Aplicação dos 5 S

Folha em branco

## Capítulo 4 - Desenvolvimento

### 4.1. Manutenção Aeronáutica

O avião é um meio de transporte que movimenta pessoas e mercadorias de um lado para o outro de uma forma rápida e segura (em relação às distâncias percorridas). No entanto, este meio de transporte em termos de qualidade não pode ser equiparado com os demais (meios de transporte), em caso de avaria, um avião não pode simplesmente encostar à beirada da estrada e esperar pelo reboque. Pelo contrário, uma avaria que ocorra durante o voo poderá significar a perda da aeronave e conseqüentemente tudo aquilo que ela transportava (um acidente aéreo ao nível da aviação comercial poderá custar a vida a muita gente).

Por estes motivos, os regulamentos aeronáuticos exigem certos níveis de manutenção que permitam ao avião voar de forma segura sem que qualquer anomalia ocorra durante o voo. Aos níveis de manutenção que um avião está sujeito chamam-se “checks”, podem ser de 3 tipos, A-checks, B-checks, C-checks, consoante o tipo de intervenção, horas de voo ou tempo entre inspeções (as checks são realizadas quando se efectuam “x” horas de voo ou “x” meses entre inspeções).

As organizações que realizam estas actividades de manutenção (designadas de MRO) têm de estar de acordo com as normas estipuladas pelas autoridades aeronáuticas. O regulamento das autoridades aeronáuticas que estipula as normas e requisitos para organizações MRO é o regulamento 2042, na Figura 4.1 é apresentada a sua estrutura. Esta legislação visa garantir que as aeronaves, para efeitos de operação, estejam permanentemente aeronavegáveis, ou seja, que cumprem as instruções de aeronavegabilidade continuada e são operadas em segurança (REGULAMENTO (CE )Nº 2042/2003 DA COMISSÃO de 20 Novembro de 2003 ).

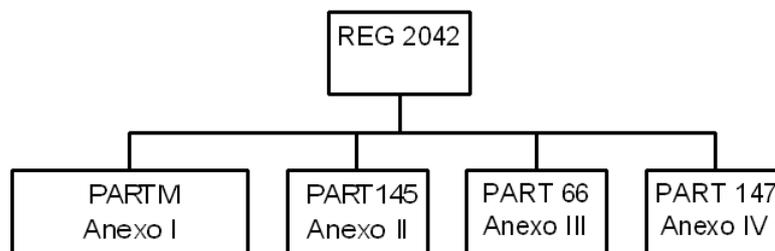


Figura 4.1 - Estrutura do Regulamento 2042.

Fonte: <http://easa.europa.eu/regulations/regulations-structure.php>

Em aeronáutica ninguém pode proceder à manutenção de qualquer tipo de material de voo, e muito especialmente emitir certificados de aptidão para voo de qualquer material se não possuir uma organização de manutenção oficialmente certificada pela autoridade aeronáutica competente. A autoridade aeronáutica que promove os standards de segurança e de protecção ambiental comuns a toda a União Europeia é a EASA. Através do Regulamento 2042 de 25 de Novembro de 2003 estabelece os requisitos para a aeronavegabilidade de, organizações de manutenção, organizações de formação e técnicos de certificação.

Este regulamento pode ser dividido em quatro anexos, como se pode ver na Figura 4.1. O anexo I, referente à Parte M, estabelece os procedimentos a serem adoptados para assegurarem a continuidade da aeronavegabilidade incluindo a que se refere à manutenção de aeronaves. Especifica as condições a cumprir por pessoas e entidades envolvidas na aeronavegabilidade permanente.

O anexo II, referente à Parte 145, estabelece os requisitos que uma entidade deverá satisfazer para poder realizar manutenção de aeronaves de grandes dimensões ou aeronaves utilizadas no transporte aéreo comercial, bem como dos componentes destinados a instalações nas mesmas.

O anexo III, referente à parte 66, apresenta os requisitos de qualificação para o pessoal responsável pela certificação de aeronaves. Define os critérios de emissão de uma licença de manutenção aeronáutica, bem como as condições relativas à sua validade e utilização.

O anexo IV, referente à Parte 147, estabelece os requisitos a observar pelas entidades que ministram formação em matérias de manutenção, nos termos da Parte 66, de forma a estarem aptas a: (i) Ministrar cursos básicos de formação reconhecidos; (ii) Ministrar cursos básicos de formação tipo reconhecidos; (iii) Realizar exames; (iv) Emitir certificados de formação.

Convém salientar que uma organização não tem que possuir todas as certificações do Regulamento 2042, uma organização MRO pode apenas possuir o anexo II referente à Parte 145, no entanto, outra entidade devidamente certificada deverá fornecer o anexo I referente à Parte M. Quer isto dizer, uma aeronave que efectue a manutenção numa organização MRO que possua apenas certificação no âmbito do anexo II do Regulamento 2042, ao entregar a aeronave, terá de entregar também todos os documentos referentes ao anexo I do referido Regulamento. De uma forma simplista podemos dizer que a Parte 145 é referente à manutenção efectuada em Hangar pelo TMA (Técnico de Manutenção Aeronautica) e a Parte M está relacionada com a Engenharia.

Em Portugal a entidade responsável pela supervisão, regulamentação, e inspecção é o Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC), pelo que quando se fala na certificação no âmbito do Regulamento 2042 em Portugal fala-se das entidades EASA/INAC.

Ao analisarmos a Tabela 3.1, verificamos que a TAP ME é certificada em diversos Países por diversas autoridades aeronáuticas. Isto acontece porque para que uma organização MRO possa realizar trabalhos de manutenção numa aeronave ou qualquer um seu componente

(incluindo motores) deve possuir certificação pela autoridade aeronáutica do País em que o avião está registado. As especificações dos clientes das MRO's exigem logo à partida que o trabalho contratado seja efectuado de acordo com os padrões de fiabilidade e de segurança de voo compatíveis com a operação comercial dos seus aviões. Os padrões de qualidade exigidos são por isso muito elevados.

## 4.2. Introdução ao Projecto-Piloto

A manutenção aeronáutica (designada doravante de apenas manutenção) é diferente da actividade de fabricação, principalmente pela variabilidade que existe na manutenção.

Na manutenção apesar de as inspecções estarem planeadas existe uma forte variação nas tarefas a desenvolver como resultado das anomalias detectadas.

De um ponto de vista “Macro” a manutenção aeronáutica tem reduzidas semelhanças com uma linha de produção; no entanto, têm em comum a necessidade de ambos os processos terem de ser eficientes, organizados, de baixo desperdício, etc

Baseados nesta perspectiva, apesar de as técnicas *lean* serem aparentemente mais facilmente aplicáveis em linhas de fabrico, faz todo o sentido explorar a mesma metodologia na manutenção aeronáutica. No entanto, esta aplicação tem de ser adaptada à realidade em causa.

Partindo deste desiderato, os próximos parágrafos apresentam os resultados alcançados na aplicação das técnicas à gestão dos equipamentos usados em manutenção.

Na TAP ME existem 3 locais onde é possível realizar manutenção de aeronaves, hangar 4, hangar 5 e hangar 6, a capacidade dos respectivos hangares é diferente, como é possível verificar na Figura 4.2.

Hangar	Narrow Body	Wide Body	Activity
4	1	0	Heavy Maintenance
	▲	▼	
5	0	1	Light and Heavy Maintenance
	1	0	
6	3	3	Light and Heavy Maintenance
	▼	▲	
	8	0	

Figura 4.2 - Capacidade dos hangares da TAP ME

Fonte: Apresentação da TAP ME

O Hangar 4 tem a particularidade de poder receber um “Wide Body” ou “Narrow Body”, no entanto, o “Wide Body” terá de ser um A300/A310 ou avião semelhante.

A manutenção de aviões está ainda dividida em duas equipas, a Grande Manutenção (GM) e a Pequena Manutenção (PM). Como o próprio nome sugere a GM está encarregue das C-checks e a PM das A-checks. Em geral, e como mostra a Figura 4.2 o Hangar 4 e 5 estão dedicados à grande manutenção.

Os TMA's da manutenção de aviões, GM e PM são chamados de produção, existindo também TAM's (Técnico Apoio de Manutenção) da produção que apenas dão apoio aos TMA's, não tendo quais-quer funções técnicas na manutenção de aviões.

No ponto 4.1 verificamos que as aeronaves estão sujeitas a programas de manutenção impostos por entidades responsáveis, dessa forma, a manutenção de aeronaves assume um papel importantíssimo e fundamental numa companhia aérea.

Na TAP ME, a manutenção de aeronaves, componentes e motores, é reconhecida internacionalmente pela sua qualidade. Esta qualidade é obtida em grande parte devido à formação dada aos colaboradores assim como à grande competência dos mesmos.

Durante a manutenção de uma aeronave, principalmente numa C-check, existem vários trabalhos que são necessários efectuar. Estes trabalhos estão planeados e têm de ser efectuados dentro do tempo planeado em detrimento do atraso da entrega da aeronave. Para que as tarefas sejam executadas dentro do tempo estipulado, para além de mão-de-obra, é necessário que existam equipamentos disponíveis para a realização da tarefa.

Com o intuito de agilizar a utilização dos equipamentos necessários na manutenção de base, a Manutenção de Aviões (MA) propôs à Melhoria Contínua o projecto-piloto “Gestão dos Equipamentos Críticos de Apoio de Hangar”.

Os equipamentos utilizados em manutenção são variadíssimos, vão desde de sistemas de elevação, escadas de acesso a portas, plataformas de asa, plataformas elevatórias, plataformas de fuselagem, carros de lavagem de motores, entre outros. Aos equipamentos utilizados na manutenção de base atribui-se frequentemente a designação de “Ground Support Equipment” (GSE), termo que será doravante utilizado quando se falar de equipamentos utilizados na manutenção de aviões. A Logística (MA/LG) é a área da TAP ME responsável pelos GSE.

Na Figura 4.3 é possível ver um avião em manutenção na TAP ME com variadíssimas escadas e plataformas em seu redor.



Figura 4.3 - Avião em Manutenção na TAP ME

Fonte: <http://www.tapme.pt/>

### 4.3. Gestão dos GSE Críticos de Apoio de Hangar

O projecto-piloto “*Gestão de GSE Críticos de Apoio de Hangar*”, designado a partir de agora apenas de projecto-piloto, proposto pela MA à área de Melhoria Contínua tem como principais objectivos a dinamização da utilização de GSE, definição dos GSE necessários por tipo de check e por fim a criação de uma ferramenta de gestão que permita a gestão e controlo dos GSE.

Para além da Melhoria Contínua e da MA fazem parte deste projecto-piloto a MA/LG e o Planeamento e Controlo (MA/PC).

Este projecto-piloto comparativamente aos demais projectos-piloto desenvolvidos na TAP ME tem a particularidade de não ter uma área específica onde é desenrolado, todo o reduto TAP ME tem de ser analisado e visitado, sendo dado mais enfoque aos 3 hangares e seus respectivos parques de GSE.

#### 4.3.1. Preparação

*“A etapa de preparação consiste em reunir toda a informação necessária ao correcto entendimento do contexto do piloto.”*

Durante a fase de preparação é formada a equipa dos Agente de Mudança, a equipa contém elementos das áreas envolvidas, MA, MA/LG e MA/PC.

Definida que está a equipa dos Agentes de Mudança é realizado o “Kick-off” oficial do projecto-piloto, este “kick-off” consiste numa reunião onde estão presentes todos os

elementos dos agentes de mudança e os responsáveis de todas as áreas envolvidas. Esta reunião tem o objectivo de familiarizar todos com o projecto-piloto assim como de apresentar todos os elementos envolvidos no projecto-piloto.

#### **4.3.2. Diagnóstico.**

*“O diagnóstico tem como objectivo principal quantificar o estado actual das áreas onde se desenrola o projecto-piloto.”*

O arranque do projecto-piloto começa pela percepção do que são GSE críticos. Um GSE crítico, neste projecto-piloto, é um GSE que poderá provocar constrangimentos na manutenção de aviões, necessitando, assim, de uma gestão mais cuidada.

Para perceber quais os GSE que necessitam de uma gestão mais cuidada é necessário saber que GSE a TAP ME possui e as necessidades de GSE por frota, hangar e check. Desta forma, foi desenvolvido um inventário de todos os GSE existentes na TAP ME e as listagens das necessidades de GSE por frota, hangar e check.

##### **4.3.2.1. Existências**

Para realizar um inventário real e completo de todos os GSE presentes na TAP ME não basta apresentar o número de GSE existentes, é também fundamental perceber as aplicabilidades de todos eles. A listagem dos GSE efectuada na TAP ME apresenta essas características, foi efectuada uma “contagem” de todos os equipamentos existentes e as suas respectivas aplicabilidades. Na Tabela 4.1 está apresentado um resumo do inventário efectuado.

Tabela 4.1 - GSE por família tipo e aplicabilidade

Famílias	Tipo	Tipo + Aplicabilidade	Quantidade
Plataformas e Escadas	14	26	94
Escadotes	5	5	192
Carros	19	24	186
Rodas/Trens	6	10	77
Electricidade/Iluminação	7	7	305
Ar/Pneumáticos	7	7	52
Hidráulicos/Lubrificação	6	6	47
Outros	2	2	152
Total	66	87	1105

A realização deste inventário foi conseguida através de várias visitas efectuadas a todo o reduto TAP ME. A realização destas visitas permitiu ainda identificar algumas lacunas na presente gestão dos GSE.

Detectaram-se algumas oportunidades de melhoria na arrumação e organização dos parques de GSE. Dentro dos hangares apesar de existirem locais de arrumação definidos para os GSE nem sempre são bem utilizados. Para harmonizar a arrumação dos GSE foram realizados 5 S no hangar 4 e 5 e no armazém de ferramentas do hangar 5. Para além destes projectos de 5 S realizados estão já em carteira projectos 5 S no hangar 6 e em todos os parques de GSE.

Os resultados obtidos com os 5 S foram muito positivos, permitindo uma arrumação e organização adequada dos espaços intervencionados, assim como incutir em todos os colaboradores um espírito proactivo no que à arrumação e organização de GSE diz respeito. Na Figura 4.4 e Figura 4.5 é possível ver o antes e o depois do armazém de equipamentos do hangar 5.



Figura 4.4 - Armazém de equipamentos e ferramentas **Antes** dos 5 S



Figura 4.5 - Armazém de equipamentos e ferramentas **Depois** dos 5 S

Outro aspecto que a realização deste inventário permitiu identificar foi o facto de alguns dos GSE presentes na TAP ME necessitarem de algumas adaptações para que a sua utilização seja agilizada. Verificou-se ainda que alguns GSE presentes na TAP ME não possuem uma utilização intensa, talvez um número menor destes GSE fosse uma solução a adoptar. Estes equipamentos foram identificados e posteriormente serão tomadas decisões sobre o que fazer a estes GSE.

A realização do inventário permitiu também perceber que os GSE possuem duas referências, uma referente ao sistema de referência TAP ME (*TP*) e outra referente ao código de manutenção preventiva do próprio equipamento (*SAP*). Numa fase mais avançada do projecto-piloto o objectivo será fundir o *TP* com o *SAP* fazendo com que os GSE possuam apenas um sistema de referência.

#### 4.3.2.2. **Necessidades**

A listagem de necessidades por hangar, frota e check foi um processo iterativo onde foram realizadas várias reuniões/conversas com os chefes de produção, chefes de grupo e TMA's. Durante estas reuniões/conversas foram analisadas as tarefas realizadas durante as checks. Para cada tarefa foi analisada a sua periodicidade, se está no caminho crítico, qual o seu tempo médio de realização e o número de equipamentos necessários para a sua realização. Para além das reuniões/conversas foram acompanhadas algumas checks no "campo".

No final foi realizada uma reunião onde todos os chefes de produção estiveram presentes e em conjunto afinaram-se as listagens obtidas anteriormente.

Desta forma foram desenvolvidas listagens de necessidades de GSE por hangar, frota e *check*.

#### 4.3.2.3. Necessidades Versus Existências

Com base na informação recolhida anteriormente é possível realizar um cruzamento entre as necessidades e as existências. Este cruzamento permitirá identificar para um determinado cenário de inspeções quais os GSE que poderão provocar constrangimentos à MA.

Foi efectuada uma matriz (“Necessidades Vs Existências”) com base nos cenários mais comuns e críticos (um cenário crítico ocorre quando temos muitos aviões da mesma frota a realizar uma *C-Check*) na TAP ME. Estes cenários foram obtidos com base numa análise ao historial de inspeções da TAP ME desde Janeiro de 2008 a Maio de 2011. Na Tabela 4.2 estão apresentados os três cenários identificados e na Figura 4.6 a distribuição dos aviões pelos hangares.

Tabela 4.2 - Cenários Comuns na Manutenção

Cenário Comuns na Manutenção						
Cenário A		Cenário B		Cenário C		
A Check	C Check	A Check	C Check	A Check	C Check	
2 NB	4 NB	2 NB	3 NB	2 NB	1NB	2 NB
1 WB		1 WB	1 WB	1 WB	2 WB	2 WB
No cenário C é possível realizar As de dois Wide Body se um deles for um A310						

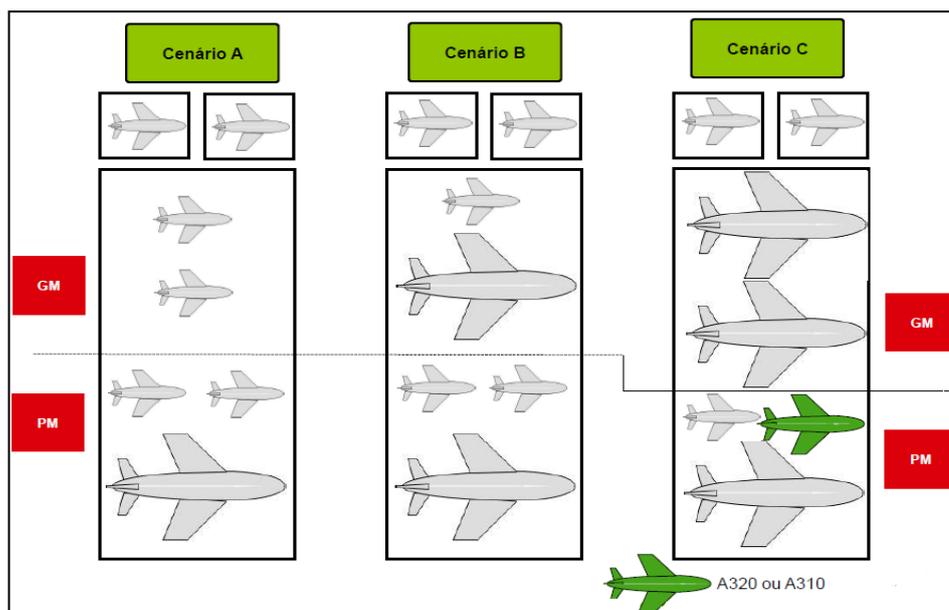


Figura 4.6 - Distribuição dos aviões pelos hangares

Em súmula, a matriz “Necessidades Vs Existências” apresenta as seguintes características:

- Correlaciona existências e aplicabilidades com as necessidades nos cenários (mais críticos e comuns), com as devidas combinações de equipamentos por hangar e *check*;
- Apresenta a quantidade necessária de GSE para uma determinada tarefa assim como a quantidade adequada de GSE alocada aos hangares;
- Indica se há necessidade de planeamento/gestão;
- Apresenta indicação se constitui constrangimento identificado pela GM ou PM;

#### 4.3.2.3.1. Necessidades Vs Existências - VAT

As plataformas elevatórias são de todos os GSE existentes na TAP ME os que apresentam maior taxa de utilização. Para verificar se as plataformas elevatórias causam constrangimentos à produção foi realizado um VAT.

Para realizar o VAT foram efectuadas “fotografias” da utilização das plataformas elevatórias de 15 em 15 minutos. A “fotografia” consistia em analisar a sua utilização, zona (do avião) em que estavam a ser utilizadas e por quem. Durante esta análise constatou-se que as plataformas podem estar a ser utilizadas, ocupadas (plataforma ocupada mas que não está a realizar trabalhos no avião), em carga, inoperativas ou disponíveis (plataformas disponíveis para utilização).

Na Figura 4.7 é possível ver a utilização (em asa) de uma plataforma elevatória num avião em manutenção na TAP ME.



Figura 4.7 - Exemplo da utilização de plataformas elevatórias na TAP ME

Fonte: [www.tapme.pt](http://www.tapme.pt)

As características inerentes à realização deste VAT estão apresentadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Local, Avião e Check onde é Efectuada a VAT

Hangar	Tipo	Avião	Check	Início	Fim	Nº de Amostras
H4	A320	Avião 1	C8.1	6 Maio	1 Junho	92
H5	A320	Avião 2	C8.1	13 Maio	15 Junho	101
H6	A330	Avião 3	C8.1	5 Maio	27 Maio	90
H6	A330	Avião 4	C6	3 Maio	17 Maio	11
H6	A330	Avião 5	C3	18 Maio	26 Maio	48
Total						342

Com os dados obtidos no VAT foi possível chegar a algumas conclusões. Essas conclusões serão apresentadas e explicadas nos pontos seguintes.

#### I. Análise Global da Utilização das Plataformas Elevatórias

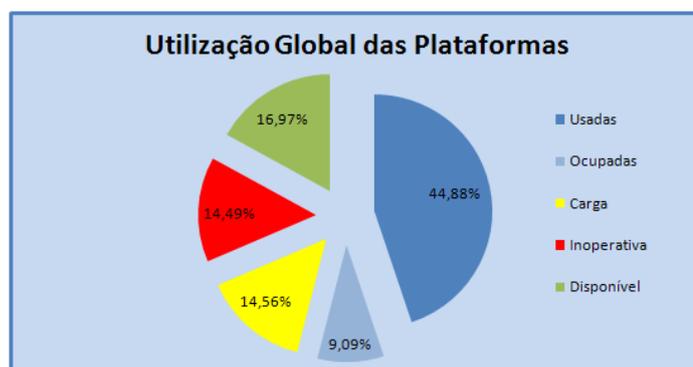


Gráfico 4.1 - Utilização global das plataformas

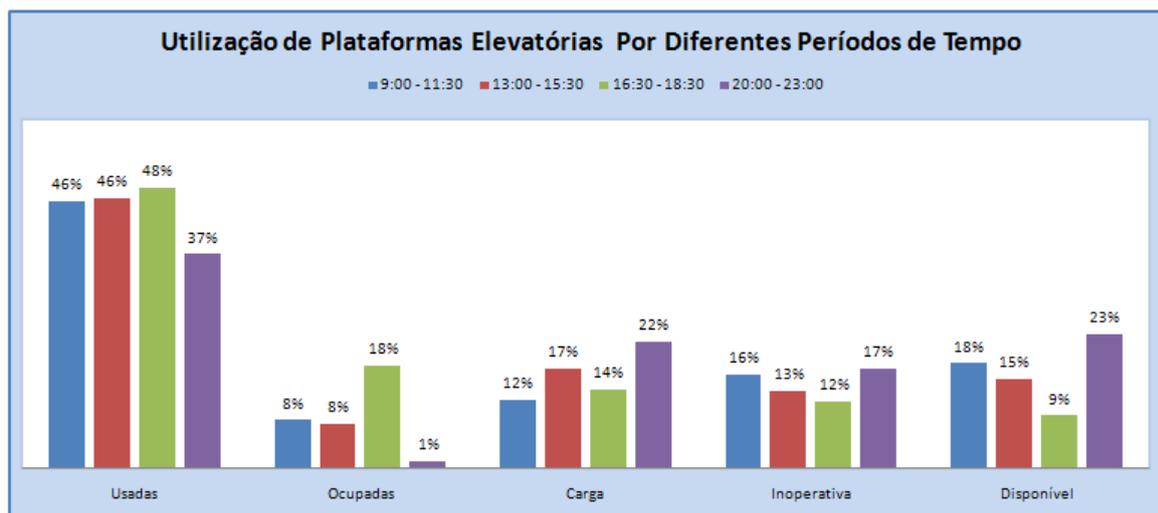


Gráfico 4.2 - VAT plataformas

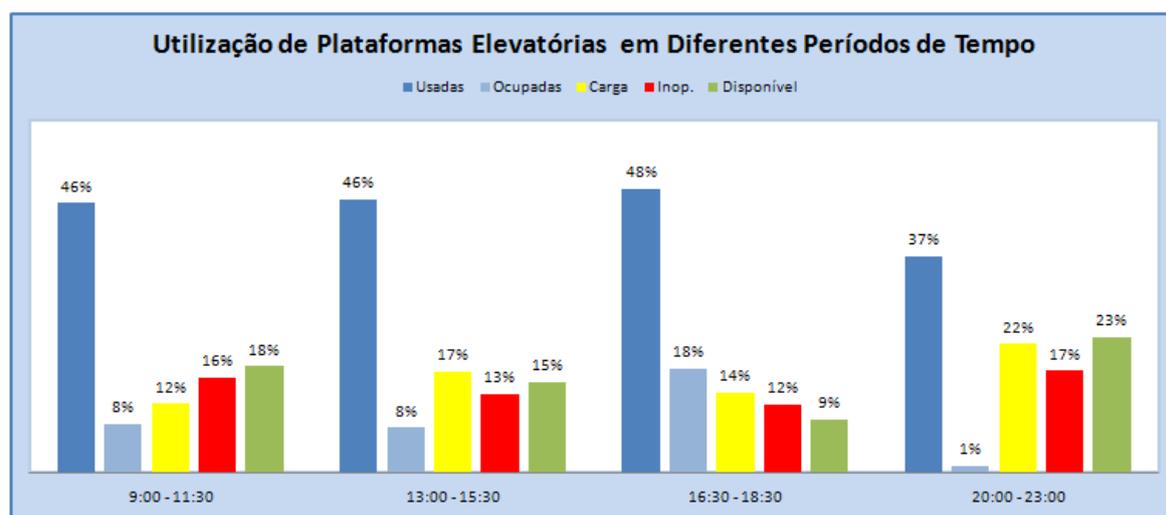


Gráfico 4.3 - VAT plataformas

Após efectuar o VAT constatou-se que a utilização de plataformas elevatórias, apesar de intensa (como demonstram os Gráfico 4.1, Gráfico 4.2 e Gráfico 4.3), não apresenta constrangimentos à produção. Contudo, podem existir situações pontuais de pico de trabalho onde alguns constrangimentos podem surgir.

Utilizando como exemplo o Gráfico 4.3 no período de tempo entre as 9 e as 11:30 verifica-se que em média 46% das plataformas estão a ser utilizadas estando 18% das plataformas disponíveis, ou seja, não há constrangimentos para a produção.

Os gráficos anteriores representam a utilização das plataformas ao longo de toda a amostra. Para efectuar uma análise mais refinada foi realizada uma análise em função de cada um dos aviões.

II. Avião 1

Tabela 4.4 - Análise multipontos avião 1

		Análise Multipontos Avião 1				
	Usadas	Ocupadas	Carga	Inoperativa	Disponível	Total
Global	79	10	19	0	15	<b>123</b>
Diárias [%]	64,23%	8,13%	15,45%	0,00%	12,20%	100,00%

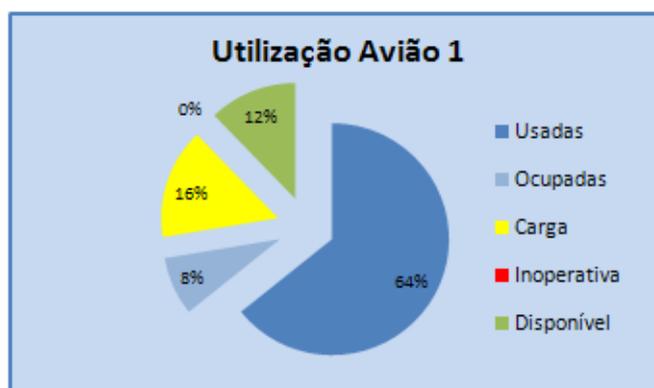


Gráfico 4.4 - Utilização plataformas avião 1

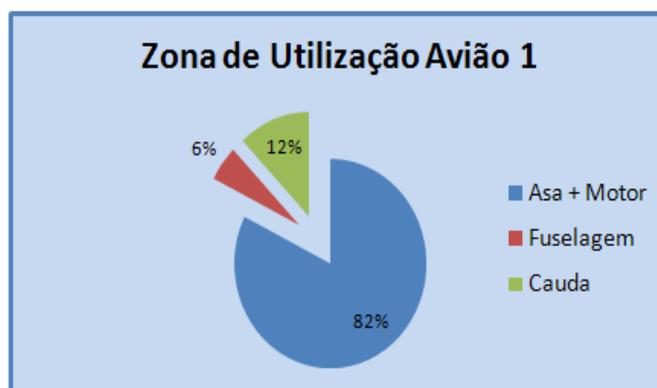


Gráfico 4.5 - Zonas de utilização avião 1

III. Avião 2

Tabela 4.5 - Análise multipontos avião 2

		Análise Multipontos Avião 2				
	Usadas	Ocupadas	Carga	Inoperativa	Disponível	Total
Global	86	19	28	47	6	<b>186</b>
Diárias [%]	46,24%	10,22%	15,05%	25,27%	3,23%	100,00%

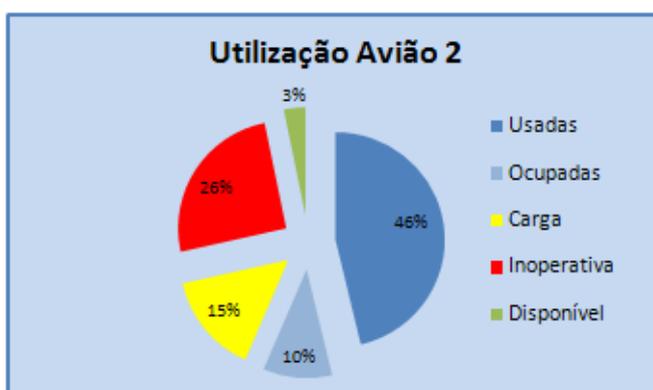


Gráfico 4.6 - Utilização plataformas avião 2

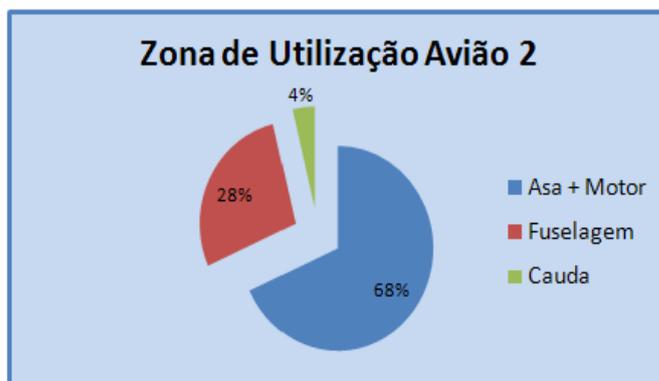


Gráfico 4.7 - Zona de utilização avião 2

IV. Avião 3

Tabela 4.6 - Análise multipontos avião 3

		Análise Multipontos Avião 3				
	Usadas	Ocupadas	Carga	Inoperativa	Disponível	Total
Global	258	62	81	85	112	<b>598</b>
Diárias [%]	43,14%	10,37%	13,55%	14,21%	18,73%	100,00%

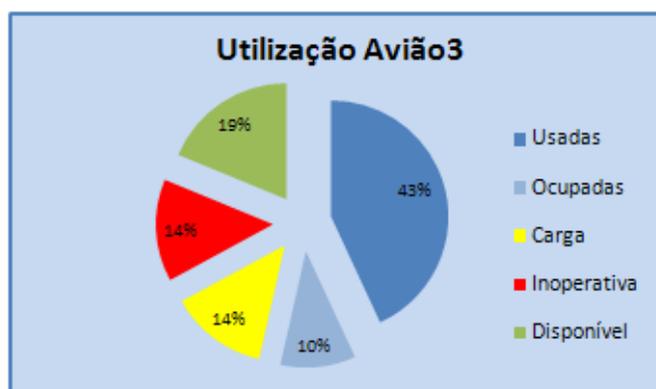


Gráfico 4.8 - Utilização de plataformas avião 3

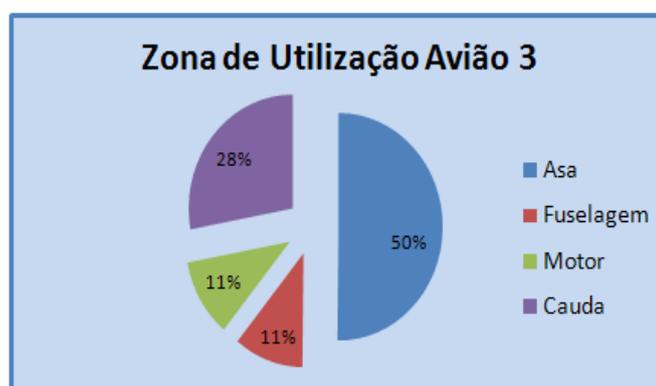


Gráfico 4.9 - Zona de Utilização Avião 3

V. Avião 4

Tabela 4.7 - Análise multipontos avião 4

		Análise Multipontos Avião 4				
	Usadas	Ocupadas	Carga	Inoperativa	Disponível	Total
Global	11	0	4	13	13	<b>41</b>
Diárias [%]	26,83%	0,00%	9,76%	31,71%	31,71%	100,00%

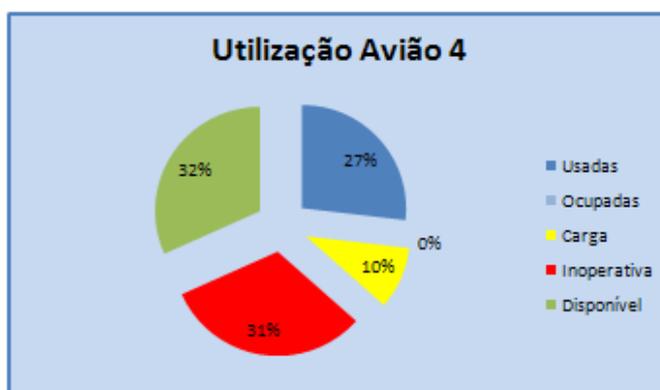


Gráfico 4.10 - Utilização de plataformas avião 4

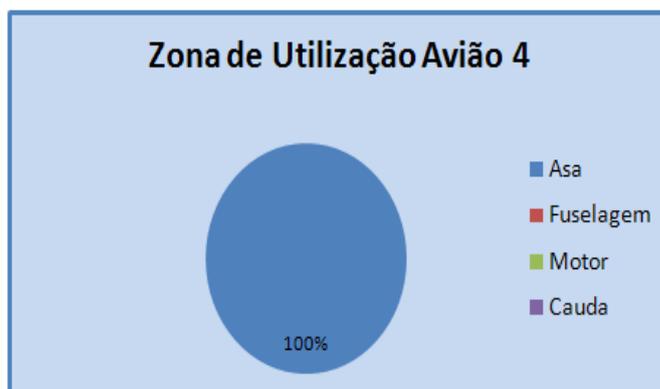


Gráfico 4.11 - Zona de utilização avião 4

VI. Avião 5

Tabela 4.8 - Análise multipontos avião 5

		Análise Multipontos Avião 5				
	Usadas	Ocupadas	Carga	Inoperativa	Disponível	Total
Global	123	32	44	17	43	<b>259</b>
Diárias [%]	47,49%	12,36%	16,99%	6,56%	16,60%	100,00%

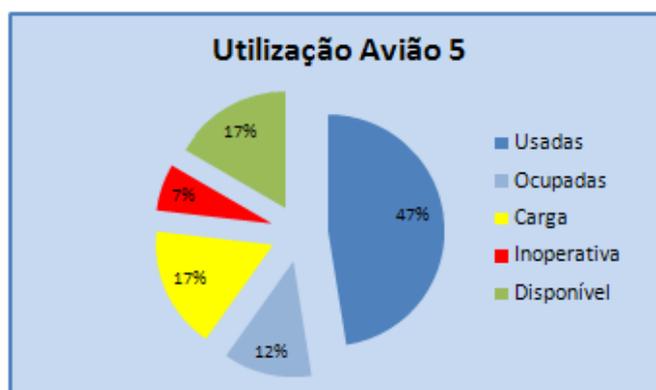


Gráfico 4.12 - Utilização de Plataformas Avião 5

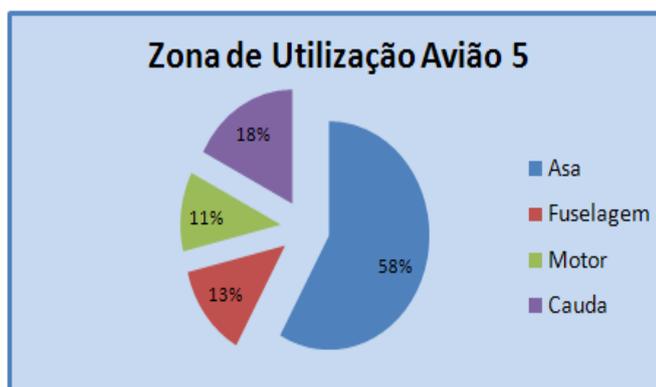


Gráfico 4.13 - Zona de Utilização Avião 5

## VII. Conclusões

Analisando os resultados obtidos para cada avião constata-se que as conclusões são comuns a todos e espelham as já retiradas aquando da análise global. Outra conclusão que o VAT permitiu retirar é que as plataformas apresentam uma forte taxa de utilização na zona das asas.

### 4.3.2.3.2. VAT - Oportunidade de Melhoria

Derivado à sua forte utilização, as plataformas elevatórias apresentam uma forte necessidade de manutenção. As plataformas são responsáveis por 34% dos custos totais de manutenção dos GSE e 72% desses custos são referentes a manutenção curativa.

Um dos motivos para a elevada taxa de custos ser associado à manutenção curativa advém do facto de as plataformas serem eléctricas e funcionarem a baterias que necessitam de ser recarregadas. No entanto, quando uma plataforma está à carga não existe informação do tempo de carga que esta possui. Uma vez que não é possível saber o tempo de carga da plataforma elevatória, esta pode ser constantemente colocada e retirada à carga, danificando as baterias. Uma das oportunidades de melhoria será a de colocar um dispositivo visual que indique o tempo de carga. Com esta informação os TMA's saberão o tempo de carga da plataforma e só a utilizam quando estiver completamente carregada. Com este dispositivo será possível baixar os custos associados à manutenção curativa.

Verificou-se que as plataformas elevatórias são utilizadas sobretudo na zona das asas. Uma possibilidade para diminuir a utilização das plataformas elevatórias é utilizar plataformas de asa, no entanto, é necessário perceber se o espaço ocupado pelas plataformas de asa justifica a sua utilização quando comparado com os ganhos obtidos com a redução dos custos de manutenção (fruto da diminuição da utilização das plataformas elevatórias). Este será um estudo a efectuar posteriormente.

### 4.3.3. Manutenção dos GSE

#### 4.3.3.1. Introdução - Manutenção de Equipamentos

A manutenção dos equipamentos e instalações é uma área de grande preocupação para as organizações, na medida em que é fundamental garantir a eficiência do desempenho dos equipamentos. Só deste modo é possível garantir a máxima disponibilidade dos equipamentos e instalações, bem como assegurar a segurança dos recursos humanos. Segundo a norma NP EN 13306, manutenção, *“é a combinação de todas as acções técnicas administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”*. A manutenção de

equipamentos pode ser manutenção preventiva ou manutenção correctiva. Segundo NP EN 13306 “manutenção preventiva é efectuada a intervalos de tempo pré-definidos, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem”. Manutenção Correctiva segundo as normas NP EN 13306 “é efectuada depois da detecção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida”.



Figura 4.8 - Tipos de Manutenção

Fonte: João Paulo S. Cabral, 2006

A manutenção preventiva pode ainda ser dividida em dois tipos de manutenção, como demonstra a Figura 4.8, manutenção sistemática e manutenção condicionada. A manutenção sistemática é efectuada em intervalos de tempos fixos e regulares de forma sistemática. A manutenção condicionada também conhecida como manutenção preditiva é efectuada em função do estado do equipamento. A manutenção preditiva incide sobre os equipamentos individualmente, o que permite substituir as revisões em intervalos fixos por inspecções em intervalos fixos. Ou seja, este tipo de manutenção é efectuado através de medições de variáveis de funcionamento do equipamento. As medições são registadas durante um período de tempo e posteriormente comparadas com os valores de referência correspondentes ao funcionamento normal, permitindo, desta forma, antever futuras avarias através do traçado de curvas de evolução destes valores (curvas de tendência). As curvas de tendência (exemplo na Figura 4.9) permitem ainda calcular o tempo disponível para a intervenção antes da avaria (João Cabral, 2006).

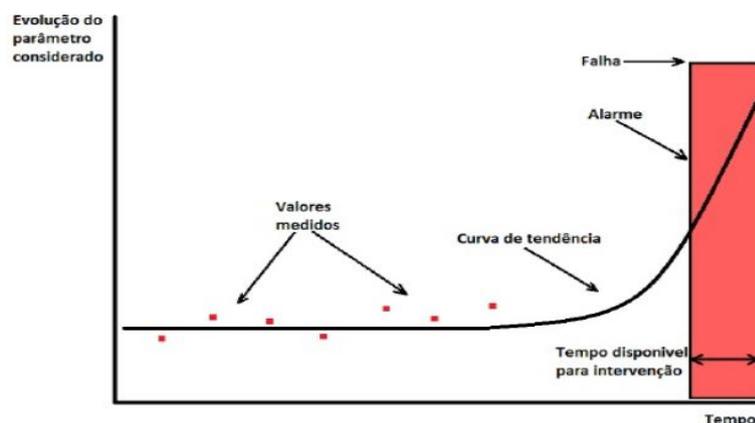


Figura 4.9 - Curva Tendência

Fonte: João Paulo S. Cabral, 2006

Segundo João Paulo S. Cabral (2009) a manutenção preventiva apresenta várias vantagens quando comparada com a manutenção correctiva, essas vantagens são as seguintes:

- “Um equipamento bem mantido dura 30 a 40 % mais que um mal mantido;”
- “Estudos revelam que a implementação da manutenção preventiva induz economias nos consumos energéticos de 5 a 11%;”
- “Na manutenção reactiva cerca de 20% das peças são desperdício;”
- “O trabalho reactivo custa 3 a 4 vezes mais do que o planeado;”
- “Passar de uma organização dos estilos reactivo tradicional para organização do melhor nível pode demorar 3 a 5 anos;”

No entanto, nem todos os componentes/equipamento e sistemas avariam com a mesma taxa de falhas, nem exibem o mesmo padrão de falhas ou desgaste. Assim, o tipo de manutenção efectuada em cada componente está associado com a taxa de falhas e padrões de falhas dos mesmos (Harry A. Kinnison, 2004). O padrão de falhas pode ser representado através das curvas representadas na Figura 4.10.

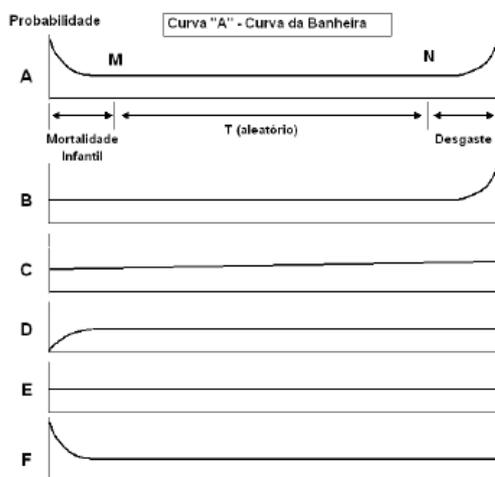


Figura 4.10 - Curvas de Vida dos Equipamentos

Fonte: João Paulo S. Cabral, 2006

**Curva A** - *“Curva da Banheira, no início de vida do equipamento e num período relativamente curto, existe uma alta probabilidade de existir uma avaria (defeitos fabrico, deficiências de montagem, má condução, etc.) - é o chamado período de mortalidade infantil. Esta probabilidade decresce depois rapidamente para um nível inferior, mantendo-se constante ao longo do tempo onde a probabilidade de ocorrência de avaria é aleatória. Findo este período, a probabilidade cresce, de novo, chamado período de desgaste” (João Cabral, 2006).*

**Nas curvas “A” e “B”**- *“aplica-se a abordagem da manutenção preventiva sistemática na qual em intervalos de tempo T fixos, se efectuam substituição e reacondicionamento de componentes, de forma a manter a probabilidade de avaria, baixa” (João Cabral, 2006).*

**Nos restantes padrões “C” a “F”** - *“não existe o ponto de inflexão onde a probabilidade de avaria aumenta. Neste caso a manutenção preventiva sistemática não se aplica, a oportunidade das intervenções tem de ser baseadas em factores diversos do tempo de funcionamento” (João Cabral, 2006).*

**As curvas “A” e “B”** - *“aplicam-se a equipamentos onde existe contacto com um produto - Exemplos: Transportadores, máquinas ferramentas, bombas, refractários, etc., ou, onde estejam presentes fenómenos de fadiga do material e corrosão, representam normalmente 10 a 20 % dos equipamentos” (João Paulo S. Cabral, 2006).*

A título de curiosidade, na aviação civil 4% dos componentes apresentam falhas do tipo A, 2% do tipo B, 5% do tipo C, 7% do tipo D, 14% do tipo E e 68% do tipo F.

#### **4.3.3.2. Manutenção de GSE - TAP ME**

Uma das “variáveis” inerentes à gestão dos GSE é a manutenção a que estes estão sujeitos. Para se compreender o estado actual da manutenção dos GSE foram efectuados dois VSM’s, um referente à manutenção preventiva e outro referente à manutenção curativa.

O VSM foi realizado com a utilização de papel de cenário, este papel é cortado esticado e colado numa das paredes da sala de reuniões da equipa de Melhoria Contínua. São necessárias canetas de várias cores e alguns blocos de post-its de vários tamanhos e cores.

A realização destes VSM’s possibilitou levantar algumas oportunidades de melhoria no que diz respeito à manutenção dos GSE. Para além das oportunidades de melhoria a realização do VSM permitiu que todos os intervenientes no processo visualizassem o processo como um todo e não só a sua tarefa. A Figura 4.11 representa o VSM do estado actual da manutenção curativa e a Figura 4.12 representa o VSM do estado actual da manutenção preventiva.



# Capítulo 5 - Conclusão

## 5.1. Conclusões Finais

A presente dissertação de mestrado aborda a aplicação e o impacto da aplicação da metodologia *lean* no seio da empresa de manutenção aeronáutica TAP ME, Lisboa, realizada no departamento de transformação organizacional.

O primeiro capítulo da dissertação apresentou uma breve introdução à presente dissertação de mestrado através da exposição dos objectivos e da estrutura da mesma.

No capítulo 2 foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a filosofia Lean, contendo uma contextualização da metodologia em causa. Terminada a contextualização foram abordadas algumas definições utilizadas na metodologia *lean*, sendo de destacar as definições de “valor”, “desperdício” e os “cinco princípios *lean*” definidos por Womack et al. (1992) e actualizados para sete por João Paulo Pinto (2009).

Através da “*construção*” da casa Toyota foi estudada a evolução da metodologia *lean* e algumas ferramentas e técnicas que a sustentam, realçando-se os dois pilares da casa, o *jidoka*, capacidade da própria máquina detectar erros durante a produção e o *Just-in-time*, a capacidade de produzir o necessário quando necessário.

Terminada a “*construção*” da casa Toyota foram ainda abordadas outras ferramentas associadas ao Lean, nomeadamente o “VSM”, considerada a porta de entrada da metodologia *lean*; os “5S”, cinco palavras Japonesas começadas por S que permitem organizar uma organização; “VAT”, ferramenta que permite quantificar a percentagem de actividades que acrescentam valor e as que não acrescentam; e finalmente os “5 *porquês*”, metodologia que permite identificar e eliminar as causas dos problemas.

Por fim, foram abordadas algumas metodologias para além da metodologia *lean*, a saber, a Teoria dos Constrangimentos, *Six Sigma*, e analisado o porquê dos 5S e *Kaizen Blitz* por vezes serem identificados como ferramentas da metodologia *lean* e outras utilizadas como metodologias independentes.

Em suma, no capítulo 2 foi efectuada uma contextualização do tema através de um contexto histórico seguida de uma análise das definições, ferramentas e técnicas da metodologia *lean*.

No capítulo 3 apresentou-se o estado da arte na TAP ME sobre a metodologia *lean*. O capítulo iniciou-se com a apresentação geral da TAP ME, onde se destacam as seguintes considerações:

- A TAP ME fornece soluções para as frotas Airbus, Boeing e Embraer, realizando trabalhos para terceiros desde 1974.

- Internamente a TAP ME está dividida em três grandes grupos, a saber: Manutenção de Componentes (MC), Manutenção de Motores (MM) e Manutenção de Aviões (MA).
- A TAP ME Lisboa emprega 1954 pessoas (718 indirectos e 1227 directos).
- A TAP ME possui diversas certificações, a destacar está a do regulamento 2042 da EASA, essencial a qualquer MRO.

Finalizada a apresentação geral da TAP ME foi efectuada a apresentação do departamento de transformação organizacional, o qual é coordenado pelo Eng.º Nuno Soares. A este departamento estão associadas as seguintes áreas:

- **DOA (*Design Organisation Approval*)** - A missão desta área é definir, divulgar e zelar pelo cumprimento das políticas de Projecto da TAP ME, garantindo a coordenação entre as áreas e efectuando a ligação com as autoridades aeronáuticas no que concerne à Certificação de Projectos, no sentido de assegurar a segurança de voo e a aeronavegabilidade.
- **Melhoria Contínua** - Área na qual decorreu a presente dissertação, cuja missão consiste em assegurar a melhoria contínua da organização através da racionalização de processos das diversas Áreas da TAP ME, adequando-os ao plano estratégico, optimizando os serviços desenvolvidos e garantindo os padrões de qualidade e eficiência pretendidos.

Finalizada a apresentação do departamento de transformação organizacional o enfoque passou a ser a área Melhoria Contínua. Uma constatação que se retira é o facto de a área de Melhoria Contínua não estar agregada ao departamento da qualidade, este facto ocorre porque a actividade Melhoria Contínua (na TAP ME) tem o objectivo de redefinir processos, através da redução de desperdícios e da optimização de recursos, para tal, utiliza no essencial a metodologia *lean*. Por outro lado, as principais funções da área da Qualidade são registar (NTMs - Normas Técnicas de Manutenção) os procedimentos e verificar se os processos são desenvolvidos de acordo com as referidas normas.

A área Melhoria Contínua da TAP ME apresenta as seguintes características:

- A equipa central é constituída por três elementos a tempo inteiro, colaborando a tempo parcial mais um elemento da Manutenção e Engenharia. O coordenador da área é como já referido o Eng.º Nuno Soares.
- Os projectos desenvolvidos por esta área chamam-se de projectos-piloto, podendo estes surgir de quatro formas distintas, a saber; Sugestão da área, indicação da direcção, sugestão da área de transformação organizacional, sugestão dos colaboradores.
- Uma vez “criado” o projecto-piloto é nomeado um elemento da equipa central para o liderar, partilhando duas vezes por semana o status e os próximos passos a efectuar com os restantes elementos da equipa de melhoria contínua.

- Os projectos-piloto decorrem em 6 fases, a saber, Preparar, Diagnosticar, Desenhar, Planear, Implementar, Sustentar/Rollout (Figura 3.4);

Após o levantamento da metodologia adoptada na área Melhoria Contínua foram analisados os projectos-piloto concluídos e em curso, (em 6 Outubro de 2011 estavam activos 8 projectos-piloto e 9 tinham sido concluídos, sendo que 4 foram no âmbito dos 5 S). Um facto importante que deve ser ressaltado é que nesta altura o impacto financeiro obtido com a conclusão dos projectos-piloto já supera largamente os custos da implementação da equipa de melhoria contínua.

No capítulo 4 acompanhou-se o desenrolar de um projecto-piloto, i.e., o relativo à “*Gestão dos GSE Críticos de Apoio de Hangar*”. O capítulo iniciou-se com uma pequena introdução sobre manutenção aeronáutica, seguido de uma breve descrição do projecto-piloto em causa. Finalizadas as apresentações foi apresentado o desenrolar do projecto-piloto.

O projecto-piloto em causa tem como principal objectivo criar uma ferramenta de gestão dos GSE críticos, que permita uma optimização do parque dos GSE.

Dado o facto da extensão do projecto-piloto se prolongar para além do trabalho desta dissertação de mestrado, o estudo incidiu somente sobre as fases “preparação” e “diagnóstico” (cerca de 8 meses). Quando se iniciou o projecto-piloto não havia uma percepção clara da realidade, com o desenrolar da fase de diagnóstico começaram a aparecer as dificuldades e a real percepção do problema.

Apesar de o projecto-piloto não estar concluído apresenta já alguns resultados com um certo impacto na TAP ME, a saber:

- Foi efectuado um inventário real e completo de todos os equipamentos existentes na TAP ME;
- Detectaram-se algumas oportunidades de melhoria na arrumação e organização dos parques de GSE que originou projectos de 5 S, a aplicação destes projectos revelou-se muito positiva;
- Foi efectuada uma listagem de GSE necessários por frota hangar e *check*;
- Foi criada uma matriz “Necessidades Versus Existências”, esta matriz ajuda a identificar quais os equipamentos “críticos”, identificando assim aqueles equipamentos que necessitam de uma gestão mais cuidada.
- Uma das variáveis da gestão dos GSE é a sua própria manutenção. Para perceber de que forma esta é efectuada foram realizados dois VSM’s, um referente à manutenção curativa e outro referente à manutenção preventiva. A realização destes VSM’s permitiu compreender o processo de manutenção de GSE e identificar algumas oportunidades de melhoria.

Este projecto-piloto é diferente dos demais de Melhoria Contínua pois incide sobre múltiplos GSE utilizados na manutenção de aeronaves em hangar, abrange uma área vastíssima e envolve várias áreas da organização da TAP ME.

A sua conclusão trará vantagens, nomeadamente, de modo directo na gestão dos GSE mas também terá impacto em toda a organização.

Apesar do enfoque ser essencialmente nos GSE, estes ao serem organizados nos seus parques conjuntamente com a melhoria da organização dos hangares terão impacto em toda a organização, já que com isso todos terão a percepção que estão a ser efectuadas modificações no âmbito da melhoria, diminuindo assim a aversão dos colaboradores ao processo de melhoria.

Com a realização de questionários ao coordenador da área Melhoria Contínua e aos coordenadores das áreas onde decorreram projectos-piloto foi possível ainda retirar conclusões adicionais sobre a referida área da empresa e sobre os projectos-piloto desenvolvidos.

Segundo o Eng.º Nuno Soares *“as actividades de melhoria contínua apresentam habitualmente algumas dificuldades ao nível operacional e cultural. A necessidade de ter uma equipa de projecto, agentes de mudança, “deslocados” pontualmente do seu local de trabalho, obriga a disrupções operacionais, em especial numa empresa com 60 anos de existência implementar alterações a processos que por vezes têm mais de 15 anos”*.

Visão semelhante é partilhada pelo Eng.º Tito Xavier (coordenador da MC/IE), área com 1 projecto-piloto concluído e outro em fase de implementação) e pela Eng.ª Ana Bidarra (Eng.ª da MM, área onde estão finalizados 4 projectos-piloto e 1 está na fase de implementação).

Segundo Ana Bidarra, *“de uma forma geral as pessoas são resistentes à mudança mas desde que o processo seja bem gerido, com intervenção directa dos intervenientes e que seja sentido o benefício da mudança os colaboradores colaboram e aplicam o resultado dos projectos”*, ideia partilhada por Tito Xavier e chefes de grupo, um problema levantado por Ana Bidarra é o facto de *“uma vez que o processo de melhoria contínua ainda é recente na empresa, a maior dificuldade é o facto das áreas envolvidas não assumirem o projecto da área enquanto o mesmo está na fase de diagnóstico e desenho”*.

Tito Xavier também sente essa dificuldade, mas ressalva ainda o facto de apesar de existir informação necessária para o desenrolar do projecto-piloto esta é de difícil extracção (realização de query).

Apesar de alguns constrangimentos sentidos, a equipa de melhoria contínua está a conseguir impor-se na TAP ME e os colaboradores da organização começam a olhar para a área não como uma entidade distante mas sim como um sector da empresa de todos e que trabalha em prol de todos.

Quando a melhoria contínua vai intervir numa área não vai “obrigar” os colaboradores a trabalhar mais mas sim reorganizar os processos, a frase, “sempre fiz assim”, está a começar a desaparecer.

Ainda segundo Nuno Soares, *“regra geral os colaboradores directamente envolvidos no projecto saem do mesmo bastante satisfeitos com os resultados e muito mais “abertos à mudança”*. Para além disso, *ficaram a conhecer todas as etapas do processo em que*

*trabalham, passando portanto a ter consciência do impacto directo que as suas actividades têm, nas actividades dos restantes colaboradores do processo.”*

Aliás, os resultados obtidos com os projectos-piloto finalizados falam por si, e segundo os chefes de grupo envolvidos nesses desafios os resultados finais foram muito bons, apesar de admitirem que inicialmente não estavam muito confiantes.

Nuno Soares acrescenta ainda o *“apoio extraordinário por parte da direcção é factor chave para o sucesso na implementação deste tipo de actividade”*.

Folha em branco

## Capítulo 6 - Bibliografia

- James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Ross (1992). “The Machine That Change The World”, New York: MacMillan Publishing Company.
- Matthias Holweg, (2006). “The geneology of lean production”, The journal of operations Management.
- Toni L. Doolen, Maria E. Hacker, (2005). “A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers”
- T. Melton, (2005). “The benefits of Lean Manufacturing What Lean Thinking has Offer the Process Industries”
- Dávid Losonci, Krisztina Demeter, István Jenei, (2011). “Factors influencing employee perceptions in lean transformations”
- Mark Eaton, (2009), ”Uncovering Lean”, Egha
- Raid Al-Aomar, (2010). “Handling multi-lean measures with simulation and simulated annealing”
- Kiyoshi Susaki, (2010). “Metodologias Kaizen Para a Melhoria Contínua”, New York: Lean Op.
- João Paulo Pinto, (2009). “Pensamento Lean - A filosofia das Organizações Vencedoras”, Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda.
- <http://freewebs.com/leanemporugal> última visita a 17/10/11
- Marcel Fermo Manfredini, Cássio Aurélio Suski, (2009). “Application of Lean Manufacturing for Reduce Wastefull of Production”
- Eliyahu M. Goldratt, Jeff Cox, (2004). “The Goal - Process of Ongoing Improvement”, Great Barrington: The North River Press Publishing Corporation
- ITC, (2004). “Principles of Lean Thinking - Tools & Techniques for Advanced Manufacturing”
- TAP ME, (2011, Maio). “Introdução à Melhoria Contínua”, Lisboa: TAP ME
- Bradley R. Staats, David James Brunner, David M. Upton, (2010). “Lean principles, learning, and knowledge work - Evidence from a software services provider”
- Kai Petersen, Claes Wohlin, (2010) “Software process improvement through the Lean Measurement (SPI-LEAM) method”
- Brunt D., Butterworth C., (1998) “Waste elimination in lean production”
- Womack J.P., & Jones D.T., (2003). “Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation” London: Simon & Schuster UK Ltd.

- [http://www.slideshare.net/Comunidade\\_Lean\\_Thinking/apresentao-da-comunidade](http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/apresentao-da-comunidade) última visita a 17/10/11
- Liker J. K., Meirer D., (2004) “The Toyota Way - 14 management principles the world’s greatest manufacturer”, New York: McGraw-Hill.
- Mel Adams, Paul Componation, Hank Czarnecki, Bernard J. Schroer, (1999). “SIMULATION AS A TOOL FOR CONTINUOUS PROCESS IMPROVEMENT”
- Fawaz A. Abdulmalek, Jayant Rajgopal, (2006). “Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study”
- Roberto dos R. Alvarez, José A. V. Antunes, (2001). “Takt Time Conceitos e Contextualização do Sistema de Produção Toyota”
- Courtois A., Pillet M., Martin C. (1997). “Gestão da Produção”, Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda.
- Schonberger R. J., (1982). “Técnicas Industriais Japonesas, Pioneira”
- Jan Riezebos, Warse Klingenberg, Christian Hicks, (2009). “Lean Production and information technology: Connection or contradiction?”
- Rachna Shah, Peter T. Ward. (2007). “Defining and developing measures of lean production”
- Peter Bruun, Robert N. Mefford, (2003). “Lean Production and the Internet”
- Suzanne de Treville, John Antonakis, (2005). “Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues”
- Rother M. & Shook J., (1999). “Learning to See - Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda”, Brookline: Lean Enterprise Institute.
- TAP ME, (2010, Novembro). “Manual de 5S”, Lisboa: TAP ME.
- Paulo C. C. Lindgren, (2001). “Implementação do Lean Manufacturing na Embarer”
- <http://www.emfa.pt/www/detalhe.php?cod=035.681> última visita a 10/10/11
- Mario Perez-Wilson, (2000). “Seis Sigma - Compreendo os Conceitos, as implicações e os desafios”, Rio de Janeiro: Quality mark.
- TAP ME (2010). “Apresentação ME - Abril 2010”, Lisboa: TAP ME
- TAP ME (2010, Agosto). “Manual de Procedimentos Standard”, Lisboa: TAP ME
- <http://easa.europa.eu/regulations/regulations-structure.php> última visita a 17/10/11
- REGULAMENTO (CE) Nº 2042/2003 DA COMISSÃO de 20 Novembro de 2003. Obtido em 29/04/11, de:  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:315:0001:0165:PT:PDF>
- João Paulo S. Cabral, (2009). “Gestão de Equipamentos e Edifícios” Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda.

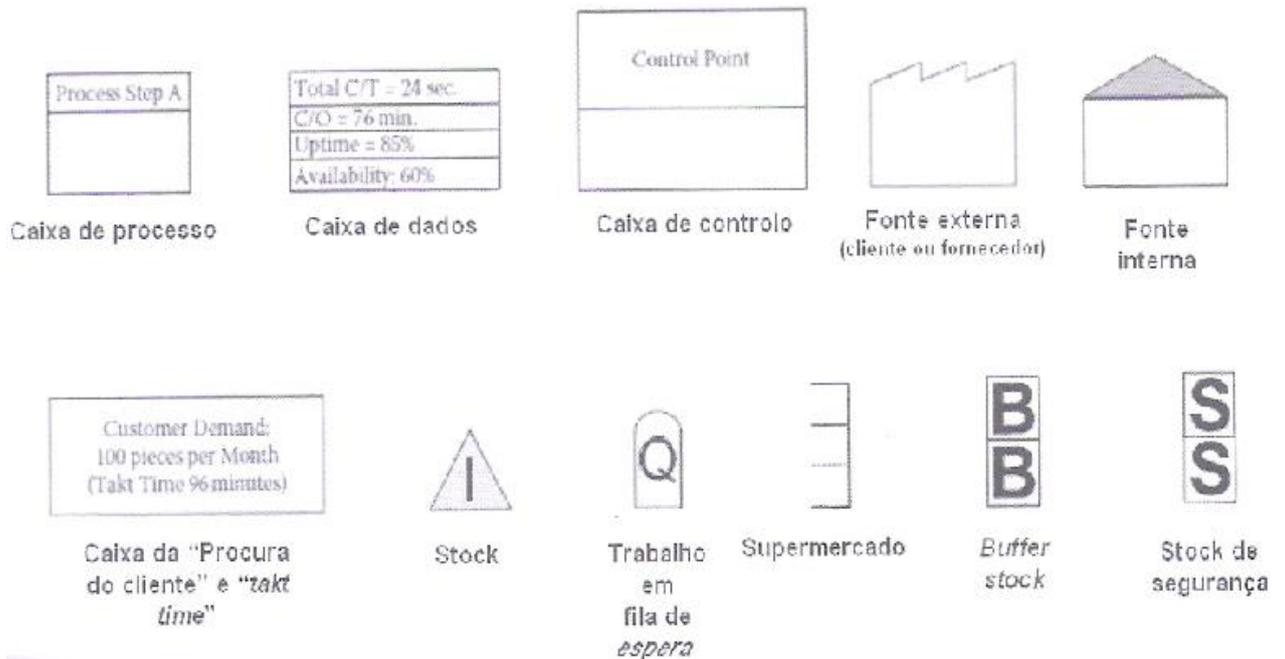
- João Paulo S. Cabral, (2006). “Organização e Gestão de Manutenção” Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda.
- Harry A. Kinnison, (2004). “Aviation Maintenance Management”, New York: McGraw-Hill.
- TAP ME, (2011, Outubro). “Ponto de Situação das Actividades de Melhoria Contínua - Reunião com a Estrutura Primária da TAP ME”, Lisboa: TAP ME.
- TAP ME, (2009, Julho). “Manual Qualidade e Regulamentação Aeronáutica”, Lisboa: TAP ME.
- [http://www.slideshare.net/Comunidade\\_Lean\\_Thinking/apresentao-da-comunidade](http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/apresentao-da-comunidade) última visita a 17/10/11
- <http://www.gemba.com/portuguese/consulting.cfm?id=144> última visita 17/10/11
- <http://www.epa.gov/lean> última visita a 17/10/11
- [http://www.slideshare.net/Comunidade\\_Lean\\_Thinking/pensamento-lean](http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/pensamento-lean) última visita a 17/10/11
- <http://www.easa.com> última visita 17/10/11
- Decision no 2009/089/E of the Executive Director of The European Aviation Safety Agency of 3 August 2009. Obtido a 29/04/11 de: [http://easa.europa.eu/ws\\_prod/g/doc/Agency\\_Mesures/Agency\\_Decisions/2009/ED%20Decision%202009\\_089\\_E.pdf](http://easa.europa.eu/ws_prod/g/doc/Agency_Mesures/Agency_Decisions/2009/ED%20Decision%202009_089_E.pdf)
- <http://www.eaqg.org/> última visita a 29/04/11
- <http://www.qualitydigest.com/may02/html/as9100.html> última visita a 03/05/11
- <http://www.tapme.pt> última visita a 17/10/11
- <http://www.inac.pt> última visita a 17/10/11
- <http://www.inac.pt/vPT/Generico/InformacaoAeronautica/CircularesInformacaoAeronautica/Paginas/CircularesdeInformacaoAeronautica.aspx> última visita a 17/10/11
- <http://www.lean.pt> última visita a 17/10/11
- <http://www.ford.pt/SobreFord/InformacaoSobreEmpresa/Heritage/TheHenryFordStory> última visita a 17/10/11
- <http://www.ford.pt/SobreFord/InformacaoSobreEmpresa/Heritage/StartingtheFordMotorCompany> última visita a 17/10/11
- <http://www.ford.pt/SobreFord/InformacaoSobreEmpresa/Heritage/TheFordTrademark> última visita a 17/10/11
- <http://www.ford.pt/SobreFord/InformacaoSobreEmpresa/Heritage/TheEvolutionofMassProduction> última visita a 17/10/11
- [http://www.toyota.pt/about\\_03/toyotas\\_history/index.aspx](http://www.toyota.pt/about_03/toyotas_history/index.aspx) última visita a 17/10/11

- Guia Interpretativo NP EN ISO 9001:2008 Abril 2010. (Abril de 2008). Obtido em 06/05/11, de [http://www.apcer.pt/arq/fich/Guia\\_9001.pdf](http://www.apcer.pt/arq/fich/Guia_9001.pdf).
- Projecto de Norma Portuguesa - Sistema de gestão da manutenção Requisitos. Obtido em 10/10/11, de:  
[http://www.ipq.pt/backfiles/prNP004483\\_2008.pdf](http://www.ipq.pt/backfiles/prNP004483_2008.pdf)
- <http://www.esee0809-30.t83.net/#/termos-e-definicoes/4535071594> última visita a 10/10/11

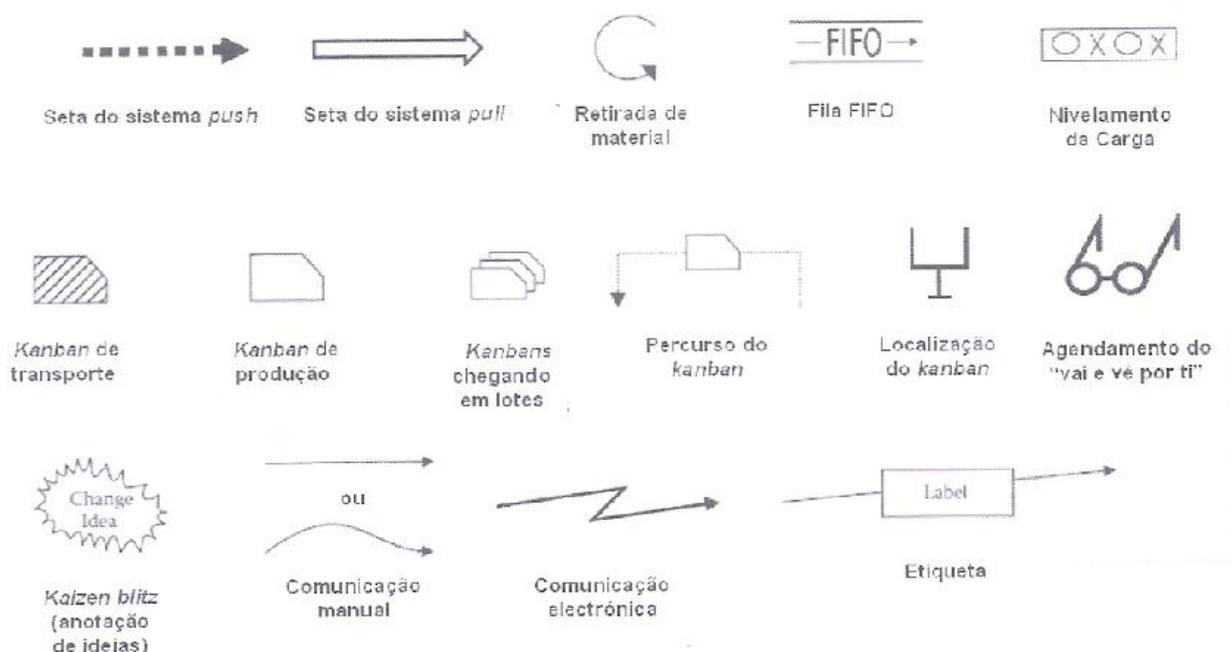
# Anexos

## Anexo 1 - Simbologia VSM

- Processos, entidades, stocks e dados



- Fluxo, entidades, stocks e dados



- Pessoas e Transporte (métodos de entrega)



Operador



Entrega manual



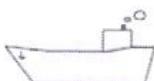
Entrega por empilhador



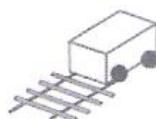
Entrega por camião



Entrega por avião



Entrega por barco



Entrega por comboio



Correio tradicional



Fax



Telefone

## Anexo 2 - Questionários

**Questionário A** - Questionário efectuada ao coordenador da Área de Transformação Organizacional, Eng.º Nuno Soares.

### A. Introdução

1. O Eng. Nuno Soares é o responsável pela área de Transformação Organizacional da TAP-ME Portugal e Brasil. Quais são as funções atribuídas a esta área?
2. Ainda que sucintamente, poderia nos dizer em que consiste cada uma das áreas?

### B. Melhoria Contínua (Portugal)

3. Uma vez que existe um gabinete dedicado à qualidade, o porquê da criação de um outro de melhoria contínua, foi no âmbito da “Melhoria Contínua” que as ISO 9001:2008 referem?
4. Desde de quando existe a área de Melhoria Contínua na TAP-ME? Como é que surgiu a ideia de criar uma área exclusivamente ligada à Melhoria Contínua?
5. Por quantos elementos é constituída a equipa de Melhoria Contínua da TAP-ME? Quais foram os critérios utilizados para constituição da equipa?
6. Os elementos da equipa de Melhoria Contínua tiveram algum tipo de formação/auxílio durante os primeiros tempos de actividade?
7. De que forma a Melhoria Contínua tem a informação dos projectos a realizar? É a Equipa de Melhoria Contínua que propõe os projectos?
8. Qual foi a receptividade que as outras áreas tiveram face à Melhoria Contínua? Houve/Há um apoio da gestão de topo? Sente que este apoio é fundamental para o desenrolar dos projectos?

### C. Metodologias

9. Em que metodologia de trabalho se baseia a equipa de Melhora Contínua para a resolução dos projectos? Após se decidir o projecto que se vai trabalhar como se desenrola o processo, todos os elementos da equipa de Melhoria Contínua actuarão em conjunto no desenvolvimento do projecto. Quais são os principais passos a seguir durante a realização do projecto? Durante o desenrolar dos projectos quais são as principais dificuldades encontradas pela equipa de Melhoria Contínua?

### D. Projectos

10. Nesta altura, quantos são os projectos que se encontram concluídos? Os resultados obtidos foram de encontro às expectativas? Poderia nos falar um pouco de cada um deles? Anteriormente falamos das dificuldades encontradas pela equipa de Melhoria Contínua. No final, quando o projecto se encontra concluído qual é a atitude dos trabalhadores perante a mudança?
11. Quantos projectos estão a decorrer nesta altura? Poderia nos falar um pouco de cada um?
12. Para além dos projectos em concluídos e em curso, existem mais projectos para a equipa de Melhoria Contínua abraçar?

#### **E. Resultados Vs Custos**

13. Sendo esta ainda uma área relativamente nova, qual é o balanço que faz destes primeiros tempos de actividade? Sente que a Melhoria Contínua é uma mais-valia para a organização? Os custos associados à construção da equipa de Melhoria Contínua foram compensados com os ganhos obtidos através da realização dos vários projectos?

**Questionário B - Questionário efectuado aos coordenadores da áreas onde se devolveram ou decorrem projectos-piloto.**

1. Poderia fazer-nos uma breve apresentação da área em que está envolvido? Quais são as responsabilidades da área na TAP-ME? Qual é a sua função dentro da área?
2. A sua área foi uma das envolvidas nos projectos desenvolvidos pela equipa de Melhoria Contínua da TAP-ME. Poderia falar-nos um pouco dos projectos que a sua área está envolvida?
3. A equipa de Melhoria Contínua por vezes altera a forma de trabalhar dos colaboradores, sentiu que houve alguma relutância inicial dos colaboradores perante as mudanças efectuadas? Essa relutância foi diminuindo com o passar do tempo, até que acabaram por concordar que de facto aquela era a melhor forma de trabalhar, ou, por vezes é difícil mudar mentalidades, “sempre fiz assim”?
4. Da sua parte quais foram/são as principais dificuldades sentidas durante o desenrolar do projecto?
5. Concordou/Concorda com as metodologias adoptadas pela equipa de Melhoria Contínua?
6. Para os projectos que ainda estão em curso na sua área está satisfeito com os resultados obtidos até este momento? No caso de existirem projectos já concluídos os objectivos foram alcançados?

Caso tenha mais opiniões ou comentários a tecer e que não sejam abordados agradeço que os faça.



