



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Mecânica

Metodologia *Lean* Aplicada à Manutenção Aeronáutica

ANA RITA CABRAL SANCHES
(Licenciada em Engenharia Eletrotécnica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Engenheiro Especialista Pedro Miguel Rodrigues da Costa

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais:

Engenheiro Especialista Fernando José Loureiro da Silva

Engenheiro Especialista Pedro Miguel Rodrigues da Costa

Outubro 2018



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Mecânica

Metodologia *Lean* Aplicada à Manutenção Aeronáutica

ANA RITA CABRAL SANCHES
(Licenciada em Engenharia Eletrotécnica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Engenheiro Especialista Pedro Miguel Rodrigues da Costa

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais:

Engenheiro Especialista Fernando José Loureiro da Silva

Engenheiro Especialista Pedro Miguel Rodrigues da Costa

Outubro 2018

Agradecimentos

Ao Professor Pedro Costa por ter aceite orientar a presente dissertação e pela oportunidade de realizar o caso de estudo na área de Melhoria Contínua da TAP Manutenção e Engenharia. Quero também agradecer toda a disponibilidade, conhecimento e entusiasmo que me transmitiu ao longo destes meses.

Aos Eng.ºs Arménio Correia e Fernando Loureiro, que tão bem me receberam na equipa de Melhoria Contínua da TAP-ME, agradeço todo o apoio, confiança e empenho que depositaram em mim.

Ao Eng.º João Santos agradeço toda a disponibilidade para esclarecer e partilhar ideias.

A todos os colaboradores da Oficina de Instrumentação e Eletrónica da TAP-ME que contribuíram para a recolha dos dados e que me receberam no seu local de trabalho.

Aos meus pais e irmã, obrigada por tudo.

A todos, o meu Muito Obrigada!

Resumo

A indústria aeronáutica prima pela segurança e pelo uso de tecnologias de última geração, sendo por isso uma das indústrias mais regulamentadas e exigentes. Na área da manutenção, todas as operações de manutenção são alvo de um elevado grau de exigência sendo efetuadas apenas por técnicos qualificados e certificados. Toda a exigência e regulamentação contribui para um grau de segurança, fiabilidade, eficiência e de qualidade a um nível máximo. A par destas exigências surgem restrições nos processos de manutenção que de uma forma ou de outra contribuem para a criação ou aumento de constrangimentos na atividade.

A manutenção aeronáutica, sendo uma das indústrias mais exigentes, nos últimos anos tem vindo a adotar a metodologia *Lean* de forma a dar resposta ao ambiente cada vez mais competitivo tanto por parte de empresas de manutenção concorrentes, como por parte dos fabricantes de material aeronáutico. A aplicação da filosofia *Lean* permite, através das suas ferramentas, a identificação de desperdícios nos processos adotados pelas organizações e posteriormente a sua eliminação, contribuindo para o aumento do nível de eficiência das organizações, que procuram sempre um estado de perfeição máxima.

O objetivo da presente dissertação é a implementação da metodologia *Lean*, através das suas ferramentas num contexto de uma indústria de manutenção aeronáutica. Para tal, realizou-se um caso de estudo na Oficina de Instrumentação e Eletrónica da TAP Manutenção e Engenharia. Numa primeira fase foi possível caracterizar todos os processos que o caso de estudo envolvia e, através da aplicação das ferramentas *Lean*, como o VSM, o Diagrama de *Spaghetti* e o Diagrama de Pareto identificou-se várias oportunidades de melhoria. Por fim, na última parte sugere-se algumas soluções de forma a diminuir ou eliminar os desperdícios anteriormente identificados e assim fazer cumprir o objetivo da dissertação: otimizar o circuito de receção, distribuição e expedição dos materiais que circulam na Oficina de Instrumentação e Eletrónica.

Palavras-Chave: Metodologia *Lean*, MRO, *Lean* na Manutenção, Manutenção Aeronáutica

Abstract

The aeronautics industry excels in safety and the use of state-of-the-art technologies, making it one of the most regulated and demanding industries. In the area of maintenance, all maintenance operations are subject to a high degree of exigency being carried out only by qualified and certified technicians. All the requirement and regulation contributes to a degree of safety, reliability, efficiency and quality at a maximum level. Along with these demands, there are restrictions on maintenance processes that in one way or another contribute to the creation or increase of constraints on the activity.

Aeronautical maintenance, being one of the most demanding industries, has been adopting the Lean methodology in recent years in order to respond to the increasingly competitive environment both by competing maintenance companies and by manufacturers of aeronautical material. The application of the Lean philosophy allows, through its tools, the identification of wastes in the processes adopted by the organizations and later their elimination, contributing to an increase of the level of efficiency of the organizations that always look for a state of maximum perfection.

The objective of this dissertation is the implementation of the Lean methodology, through its tools in a context of an aeronautical maintenance industry. For this, a case study was carried out at the Instrumentation and Electronics Workshop of TAP Maintenance and Engineering. In a first phase it was possible to characterize all the processes that the case study involved and through the application of Lean tools such as VSM, Spaghetti Diagram and Pareto Diagram several opportunities for improvement were identified. Finally, in the last part, some solutions are suggested in order to reduce the wastes previously identified and thus to fulfill the purpose of the dissertation: to optimize the reception, distribution and dispatch circuit of the materials circulating in the instrumentation and electronics workshop.

Keywords: Lean Methodology, MRO, Maintenance Lean, Aeronautic Maintenance

Índice

Agradecimentos	V
Resumo	VII
Abstract	IX
Índice de Figuras	XIII
Índice de Tabelas	XV
Abreviaturas	XVII
Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Enquadramento do Tema	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Metodologia.....	1
1.4 Estrutura	2
Capítulo 2 Estado da Arte	3
2.1 Metodologia <i>Lean</i>	3
2.1.1 Enquadramento Histórico	3
2.1.2 Conceitos Gerais	6
2.1.3 Ferramentas.....	8
2.2 Metodologia <i>Lean</i> em Ambiente MRO.....	12
2.2.1 Definição de Manutenção	12
2.2.2 Definição MRO.....	13
2.2.3 Implementação <i>Lean</i> em MRO	14
Capítulo 3 Caso de Estudo.....	17
3.1 TAP <i>Air</i> Portugal.....	17
3.2 TAP Manutenção e Engenharia.....	17
3.3 Manutenção de Componentes	18
3.3.1 Oficina da IE.....	18
3.4 Serviço de Transporte.....	22
Capítulo 4 Caracterização do Estado Atual.....	25
4.1 Material Rotável.....	26
4.1.1 Receção	27
4.1.2 Distribuição e Recolha.....	30
4.1.3 Expedição.....	33

4.2 Material Consumo	34
4.2.1 Receção	35
4.2.2 Distribuição e Recolha.....	39
4.2.3 Expedição.....	39
4.3 Material por Requisição	39
4.3.1Receção	40
4.3.2 Distribuição.....	45
4.4 Material <i>Panasonic</i>	48
4.4.1 Receção	49
4.4.2 Distribuição e Recolha.....	50
4.4.3 Expedição.....	50
4.5 Oportunidades de Melhoria	50
Capítulo 5 Propostas de Melhoria	53
5.1 Serviço de Transporte	53
5.2 Equipa de Transporte Interno	54
5.3 Tratamento de Material Rotável e Consumo	55
5.4 Material <i>Panasonic</i>	56
5.5 Material por Requisição	58
5.6 Gestão Visual	59
5.7 Padronização das Zonas de Receção e Expedição dos Grupos Oficiais	61
5.8 Implementação do Mizusumashi	61
5.9 Alteração do <i>Layout</i> da Área RE da IE	65
5.10 Parâmetros para Pacotes de Trabalho	70
5.11 Caixas de Acondicionamento Adequadas	71
5.12 Reorganização da RE/LP	73
5.13 Considerações Finais	74
Capítulo 6 Conclusão e Trabalhos Futuros	75
6.1 Conclusão	75
6.2 Trabalhos Futuros	76
Bibliografia	77
Anexo A	81
Anexo B	85

Índice de Figuras

Figura 1: Casa TPS [7] Adaptado.....	4
Figura 2:Diagrama 5 princípios do Lean [12] Adaptado.....	6
Figura 3:Oito tipos de desperdício [14] Adaptado	7
Figura 4:Exemplo VSM [18].....	9
Figura 5: Exemplo Diagrama de Spaghetti Estado Atual vs Estado Futuro [20].....	9
Figura 6: Exemplo Diagrama de Pareto [22] Adaptado	10
Figura 7: Exemplo Diagrama de Ishikawa [23]	10
Figura 8:Exemplo Aplicação Mizusumashi Antes vs Depois [27] adaptado	12
Figura 9: Planta Piso -1 da Oficina IE.....	19
Figura 10: Planta Piso zero da Oficina IE	19
Figura 11: Planta Piso 1 da Oficina IE	20
Figura 12:Planta da área de recepção e expedição da IE.....	20
Figura 13: Fluxo de Material.....	25
Figura 14: VSM do Material Rotável.....	26
Figura 15: Exemplo de Zorra.....	27
Figura 16:Demonstração Gráfica Quantidade de Rotáveis	28
Figura 17: Diagrama Spaghetti à recepção.....	29
Figura 18:Diagrama Spaghetti ao piso -1	30
Figura 19: Diagrama Spaghetti ao piso 0	31
Figura 20:Diagrama Spaghetti ao piso 1	31
Figura 21: Diagrama Spaghetti à expedição da IE	34
Figura 22:VSM do Material Consumo	35
Figura 23: Sequência das primeiras 3 tarefas do material consumo.....	36
Figura 24:Diagrama Spaghetti à Recepção de Material Consumo.....	38
Figura 25: Mesa de Apoio e Prateleira para Material a Aguardar Nota de Encomenda	39
Figura 26: VSM do Material por Requisição	40
Figura 27: Exemplo de Bala de Transporte	41
Figura 28: Esquema Temporal das várias Etapas do Material por Requisição	42

Figura 29: Representação Gráfica do Tempo que Demora o Material a chegar do AC à IE	43
Figura 30: Esquema Temporal do Processo entre o AC e a IE	44
Figura 31: Identificação dos Tabuleiros de Recepção do Material por Requisição	45
Figura 32: Gráfico de Pareto para P/N	46
Figura 33: Gráfico de Pareto para S/N	47
Figura 34: Gráfico de Pareto para áreas	47
Figura 35: VSM do Material Panasonic	49
Figura 36: Acumulação de Material na Mesa de Apoio ao Consumo.....	55
Figura 37: VSM Proposto para Material Panasonic	57
Figura 38: Localização da Área RE/LP.....	58
Figura 39: VSM Proposto para Material por Requesição.....	58
Figura 40: Bolsas Dedicadas à Colocação da Documentação do Material	60
Figura 41: Exemplo de Sinalética de Gestão Visual	60
Figura 42: Proposta de Rota Piso 0 através do Mizusumashi	62
Figura 43: Proposta de Rota Piso 1 através do Mizusumashi	62
Figura 44: Caixotes Dedicados à Colocação da Sucata.....	64
Figura 45: Percurso da Zorra na RE/IE	67
Figura 46: 1ª Proposta de Alteração do Layout da RE/IE	68
Figura 47: Exemplo de Passadeira com Roletes Extensível.....	69
Figura 48: 2ªProposta de Alteração do Layout da RE/IE	70
Figura 49: Exemplo de Caixas de Acondicionamento dos Materiais.....	72
Figura 50: Área de RE/LP, atualmente.....	73

Índice de Tabelas

Tabela 1: Comparação entre produção em massa e Lean [3] Adaptado	5
Tabela 2: Distância percorrida em média em cada piso por rota	32
Tabela 3: Distância percorrida em média em cada piso por ano	32
Tabela 4: Exemplo de Horário Rotativo	55
Tabela 5- Comparação entre distâncias percorridas com e sem rotas	63
Tabela 6- Proposta de horários para transporte de material	64

Abreviaturas

AC	Armazém Central
AM	Apoio Mecânico
AR	Armazém Rotáveis
COMET	<i>Components Maintenance and Engineering System</i>
EL	Oficina Eletrónica
EM	Oficina Eletromecânica
EO	Equipamento de Emergência
EQ	Engenharia e Qualidade
HP	Hidráulicos e Pneumáticos
IE	Instrumentação e Eletrónica
IEF	<i>In Flight Entertainment</i>
LB	Laboratório Calibração
LG	Logística
LM	<i>Lean Maintenance</i>
LP	Laboratório Panasonic
MA	Manutenção de Aviões
MC	Manutenção de Componentes
MM	Manutenção de Motores
MRO	<i>Maintenance, Repair and Overhaul</i>
PC	Planeamento e Controlo
P/N	<i>Part Number</i>
RA	Oficina de Rádio
RE/IE	Receção e Expedição da Oficina IE
RE/LP	Receção e Expedição do Laboratório de Calibração
SCORPIUS	<i>System for Control, Ordering and Procurement of Inventory</i>
S/N	<i>Serial Number</i>
TAM	Técnico de Apoio Mecânico
TAP	Transporte Aéreos Portugueses
TAP ME	Transportes Aéreos Portugueses- Manutenção e Engenharia

TMA	Técnico de Manutenção de Aeronáutica
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TR	Termo de Requisição
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento do Tema

Com a crescente evolução e competitividade da indústria, as empresas tendem a procurar soluções de alta eficiência na relação produtividade vs. baixo custo. Esta dinâmica além de permitir dar respostas mais competitivas a um mercado cada vez mais exigente, determina o posicionamento de cada empresa em relação à sua concorrência.

A acompanhar esta dinâmica de mercado, a indústria da manutenção, reparação e revisão aeronáutica reinventa-se constantemente, de forma a dar resposta ao nível crescente de exigência, rigor e complexidade que este segmento vive. Desta forma, a aposta na metodologia *Lean* com o objetivo de eliminar todas as tarefas e processos que não acrescentam valor ao consumidor final, ao segmento e á rentabilidade das empresas, é hoje, uma solução muito explorada por esta indústria.

1.2 Objetivos

A presente dissertação pretende analisar e compreender o impacto que a metodologia *Lean* tem numa organização.

Para este caso de estudo, o objetivo passa pela otimização do circuito de receção, expedição e distribuição do material que circula numa oficina de uma empresa de manutenção aeronáutica.

1.3 Metodologia

Para atingir o objetivo da presente dissertação, a metodologia utilizada foi dividida em duas partes:

- A primeira parte passou pela observação e identificação do foco de melhoria: recolha presencial na oficina alvo do estudo, de informação de todo o processo

do fluxo de recepção, distribuição e expedição. Nesta fase utilizou-se as ferramentas *Lean* de forma a identificar os constrangimentos ao longo do processo;

- Na segunda parte são apresentadas possíveis soluções de otimização resultantes da fase de observação do projeto.

1.4 Estrutura

A presente dissertação é composta por seis capítulos que, de forma sequenciada apresentam o trabalho desenvolvido. Assim:

No presente capítulo, é feita uma introdução e enquadramento do tema bem como a apresentação do objetivo e a metodologia utilizada ao longo do trabalho.

O segundo capítulo é dedicado à metodologia *Lean*, desde a origem às ferramentas e objetivos e como se aplica esta cultura à manutenção aeronáutica.

A empresa onde se realiza o caso de estudo é apresentada no terceiro capítulo, com foco em detalhes organizacionais e recursos diretamente ligados ao presente estudo.

O quarto e quinto capítulo dizem respeito ao caso de estudo. São apresentados os resultados obtidos e as diferentes propostas de implementação, respetivamente.

Por último, no sexto capítulo apresentam-se as conclusões finais bem como propostas para um trabalho futuro.

Capítulo 2

Estado da Arte

O presente capítulo introduz o tema que dá título à dissertação: metodologia *Lean*. Está dividido em duas partes: a primeira parte descreve a metodologia *Lean* desde a sua origem, ferramentas e objetivos e por último, a aplicabilidade do método *Lean* no contexto de manutenção aeronáutica.

2.1 Metodologia *Lean*

2.1.1 Enquadramento Histórico

Antes da Revolução Industrial, todo o processo de produção, era desenvolvido por trabalhadores qualificados, de forma artesanal. Se por um lado, a vantagem de produção personalizada feita à medida do cliente, produtos únicos e de grande qualidade, por outro o tempo de produção vs. custo de produção era, sem dúvida, a maior desvantagem deste processo [1].

Com o fim da 1ª Guerra Mundial, e com o objetivo de aumentar o número de vendas de automóveis a *Ford*, deu origem a uma nova Era: a produção em massa. Com a introdução de uma linha de montagem em série há a criação de fluxo de produção, o veículo passa de forma sequencial pelas diferentes etapas de construção. Para que a premissa de se aumentar o número de veículos produzidos fosse possível, foi necessário reduzir a variabilidade dos processos, isto é, reduzir o número de cores, de motorizações e de modelos que até à data eram disponibilizados. Com a criação de fluxo e diminuição da variabilidade, foi possível reduzir significativamente o tempo de ciclo e consequentemente um prazo de entrega ao cliente mais curto. [1][2].

A mão-de-obra pouco qualificada e o uso de maquinaria com elevado custo e especializada para cada tarefa permitiu, ao contrário do observado antes da 1ª Guerra Mundial, uma produção em larga escala de produtos com pouca qualidade e variedade, a preços relativamente mais baixos [3].

Com o intuito de aumentar a rentabilidade de produção, apostar em inovação e alargar o *portfolio*, a *Toyota Motor Company*, tenta implementar o sistema *Ford*, que até então era a empresa com produção em massa mais eficaz no sector automóvel. Mas com o fim da 2ª Guerra Mundial, o Japão deparava-se com uma realidade económica, financeira e social que não permitia a implementação do sistema de produção em massa da *Ford*. Foi então, que surgiu o *Toyota Production System* (TPS) [4].

Os princípios e ferramentas nas quais o TPS se baseia podem ser observados na “Casa *Toyota*” representada na figura 1 [5] [6].

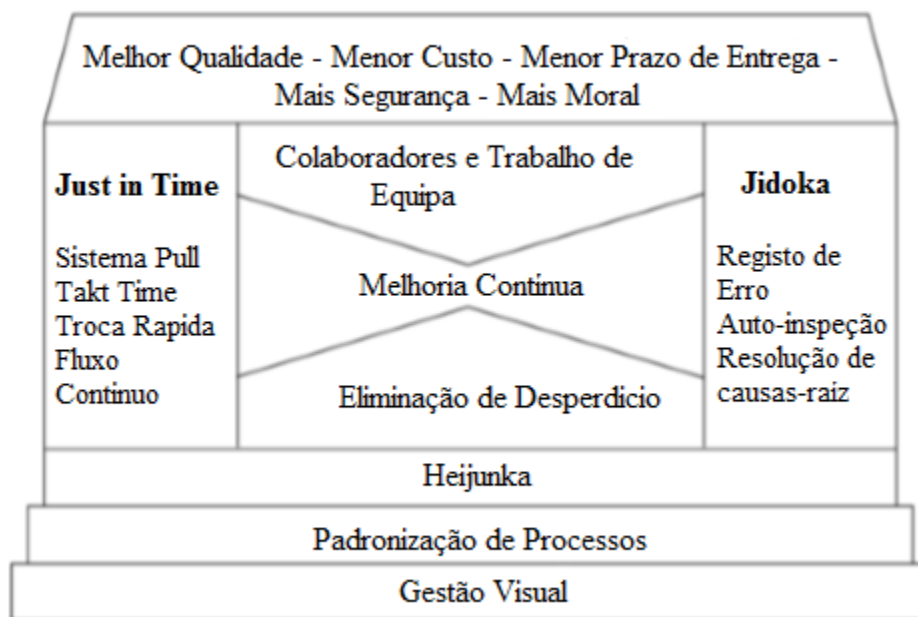


Figura 1: Casa TPS [7] Adaptado

A finalidade do TPS (telhado) é a eliminação do desperdício gerado na produção, proporcionando uma qualidade superior ao menor custo e com o menor tempo de produção. Assenta sobre dois pilares:

- *Just-in-Time*: produção e entrega de produtos na quantidade certa e na altura indicada;
- *Jidoka*: caso haja erros, é possível interromper a produção de forma automática.

Por sua vez, estes dois pilares assentam em três princípios:

- *Heijunka*: significa produção nivelada, ou seja, o nível de produção e a variabilidade devem estar em equilíbrio para que não haja inventário para além do que é estritamente necessário;
- Padronização de processos: método que conduz à produção sem perdas, otimização de produção através de procedimentos e tempos de produção pré-definidos pela organização;
- Gestão visual: método que recorre a indicadores visuais que permitem de forma simples e direta, a identificação do estado atual do processo em causa.

No interior da casa, encontram-se os colaboradores da empresa, que contribuem para a redução de desperdício e para a implementação de uma melhoria contínua [8].

O TPS é então, o resultado da combinação perfeita da personalização e qualidade da produção artesanal, com a eficácia, rapidez e quantidade da produção em massa. Combina mão-de-obra qualificada a ferramentas flexíveis, de forma a produzir o que o consumidor quer e quando quer ao menor custo e tempo de produção, evitando desperdícios [1]. É esta a base da produção *Lean*. Com a aplicação deste novo conceito de produção, a *Toyota*, passa a ser líder de mercado mundial, no segmento automóvel.

Na tabela 1, é possível verificar as principais diferenças entre a produção em massa e a produção *Lean*.

Tabela 1: Comparação entre produção em massa e *Lean* [3] Adaptado

Produção / Base	Massa –Ford	Lean -Toyota
Mão-de-obra	Pouco qualificada	Muito qualificada em toda a organização
Equipamento	Caro e especializado para cada função	Automatismos que permitem elevados volumes e variabilidade de produção
Produção	Produção Padronizada	Produção adequada às necessidades do cliente
Estrutura Organizacional	Hierarquia - gestão	A cada colaborador, a sua responsabilidade
Filosofia	Requisitos mínimos	Procura constante pela perfeição

2.1.2 Conceitos Gerais

O conceito de *Lean Production* (LP) ou *Lean Manufacturing* (LM) permite às organizações, identificar e eliminar tarefas e processos que não acrescentam valor ao cliente final e assim aumentar o nível de eficiência das mesmas, que se traduz no aumento da qualidade e produtividade e na diminuição de custos e de tempo de entrega [9] [10].

O *Lean* assenta sobre cinco princípios fundamentais [11]:

1. Identificar valor: o cliente final é quem decide o valor de um produto ou de um serviço, a um preço e prazo específicos;
2. Mapear cadeia de valor: é o conjunto de todos os processos, que vão desde a preparação até ao produto final. Este princípio pretende assim enumerar todas as tarefas de forma a identificar rapidamente os desperdícios pelos quais o cliente final não está disposto a pagar, ou seja, que não acrescentam valor ao produto final;
3. Criar fluxo: capacidade de realizar todas as tarefas e movimentações que estão definidas na cadeia de valor, de forma contínua, sem qualquer interrupção;
4. *Pull*: o sistema *pull* traduz-se na capacidade de planear a produção de forma a atender rapidamente a necessidade e a quantidade que o cliente deseja. Este sistema permite a eliminação de inventário;
5. Busca pela perfeição: este último princípio revela a ideia da melhoria contínua. A identificação de desperdícios e conseqüentemente a eliminação das suas causas, é um processo constante que permite que o sistema seja o mais perfeito possível.

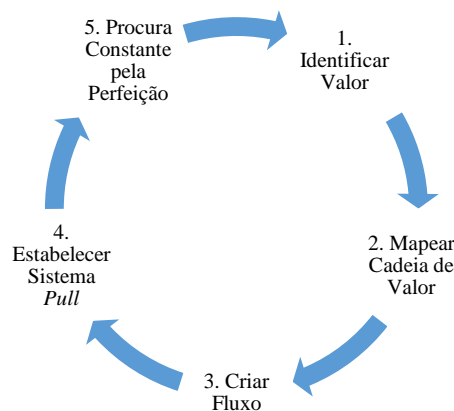


Figura 2: Diagrama 5 princípios do Lean [12] Adaptado

Como referido anteriormente, o *Lean* pretende identificar e reduzir o desperdício nas organizações ao nível de recursos humanos, tempos de entrega, inventário e zonas de

produção tornando as organizações mais competitivas [13]. Todas as tarefas que não acrescentam valor a um produto ou serviço, do ponto de vista do consumidor, são consideradas desperdícios. Em japonês o termo “*muda*” significa desperdício e ganha forma de oito maneiras distintas, são elas:

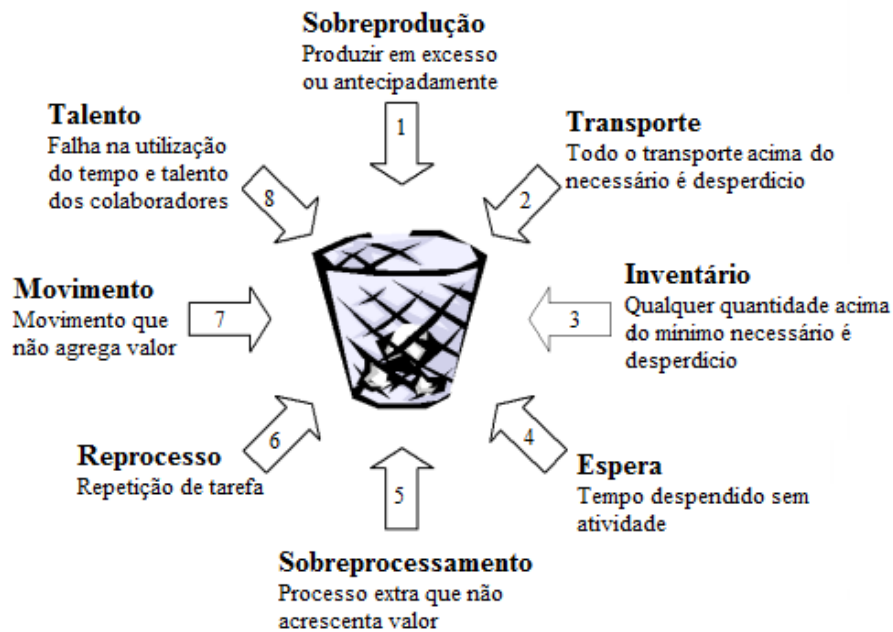


Figura 3: Oito tipos de desperdício [14] Adaptado

1. Sobreprodução: divide-se em produção em excesso e em produção antecipada. É considerado o pior desperdício uma vez que tem a capacidade de esconder problemas de inventário [7];

2. Transporte: os produtos devem seguir de forma sequencial todas as tarefas, para que o processo não seja interrompido nem haja criação de inventário intermédio. A má definição de *layouts* e as instalações são duas causas que contribuem para este desperdício;

3. Inventário: uma organização deve evitar o excesso de inventário e optar por manter o inventário mínimo necessário;

4. Espera: os tempos de espera, como por exemplo, espera de material, avarias, má sequência de trabalhos conduzem a um aumento de tempo de ciclo, e por isso devem ser eliminados da sequência de trabalhos;

5. Sobre processamento: é considerado um desperdício sempre que um trabalhador despende mais tempo ou esforço que o estipulado para determinada tarefa;

6. Reprocesso: a produção com defeitos ou de produtos que necessitem de reparação é um exemplo de *muda*. Requer disponibilidade de mais mão-de-obra e tempo;

7. Movimento: refere-se à movimentação desnecessária dos colaboradores. Normalmente ocorre por *layout* inadequado das instalações e pelas distâncias a que o trabalhador se encontra das ferramentas, dos materiais e das bancadas destinadas para cada tarefa;

8. Talento: desaproveitamento da capacidade e conhecimento dos colaboradores por parte das entidades empregadoras [10]. Este é o mais recente desperdício identificado na cadeia de desperdícios.

2.1.3 Ferramentas

Para que a implementação da metodologia *Lean* tenha efeito positivo numa organização, é necessário recorrer a ferramentas que sustentam a própria cultura *Lean*. Um bom conhecimento da organização e do problema têm um contributo fundamental para o sucesso da cultura *Lean*, pois esta depende da ferramenta utilizada e da forma como é implementada.

São várias as ferramentas que permitem identificar e eliminar ou, pelo menos reduzir, os desperdícios. Entre elas, destacam-se as seguintes:

- Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)

Ferramenta gráfica utilizada para identificar e desenhar o fluxo de materiais, processos e informação de uma determinada cadeia de abastecimento, desde que a matéria-prima entra na organização até o produto final ser entregue ao cliente [15]. Este mapeamento deve mostrar de forma clara e eficaz três tipos de atividades [16] [17]:

1. Atividade de valor não acrescentado;
2. Atividade que não acrescenta valor, mas que não pode ser evitada;
3. Atividade que acrescenta valor.

Depois de uma análise do VSM, pretende-se diminuir e se possível eliminar as duas primeiras atividades. De referir que este mapeamento é feito diretamente no terreno, através da observação e da fala com todos os intervenientes no processo [17].

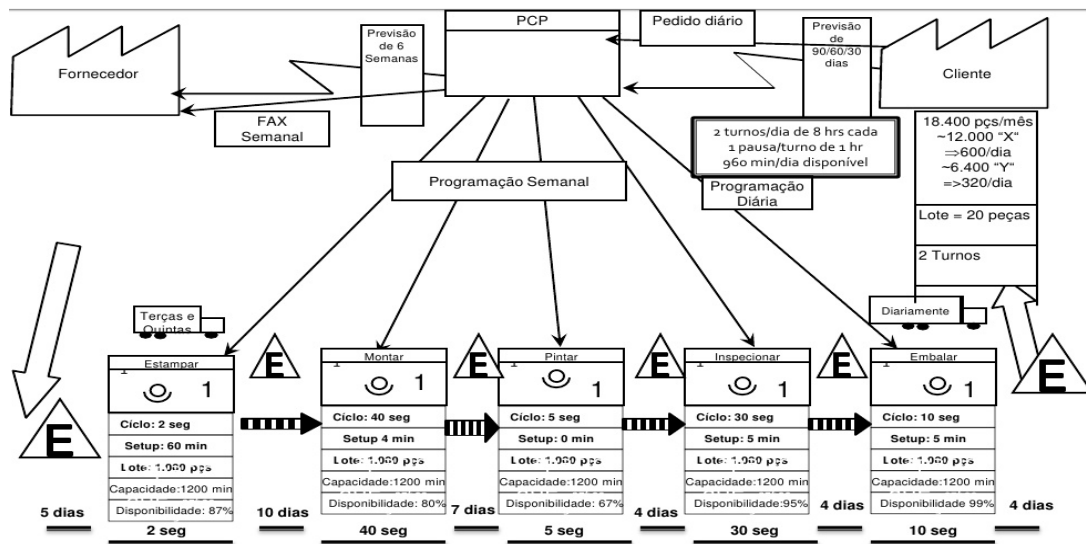


Figura 4: Exemplo VSM [18]

- Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *Spaghetti* é uma representação visual, que através de linhas contínuas de fluxo, permite analisar o percurso de pessoas ou de produtos ao longo de um processo, e identificar quais os movimentos desnecessários que não geram valor ao produto ou serviço [19]. A figura 5 é um exemplo desta ferramenta.

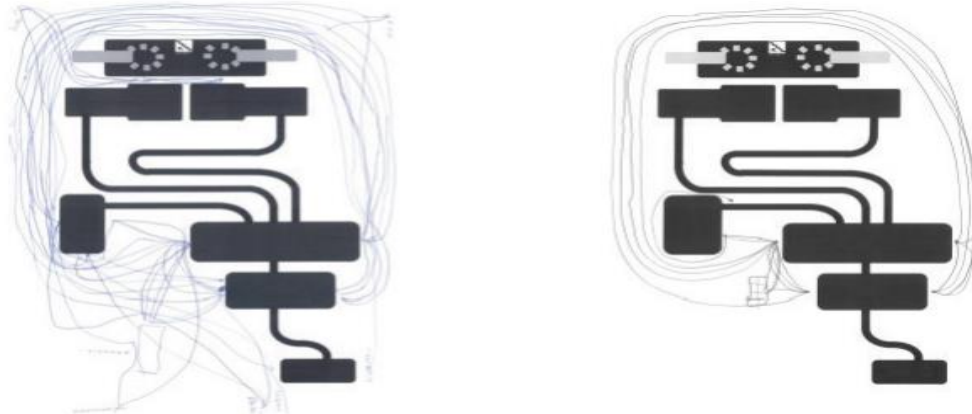


Figura 5: Exemplo Diagrama de *Spaghetti* Estado Atual vs Estado Futuro [20]

- Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma análise que se baseia na Regra “80/20”, isto é, 20% das causas são responsáveis pela geração de 80% dos resultados. É apresentado sob a forma de um gráfico de barras que estão por ordem decendente [21]. A figura 6 representa um exemplo do diagrama de Pareto.

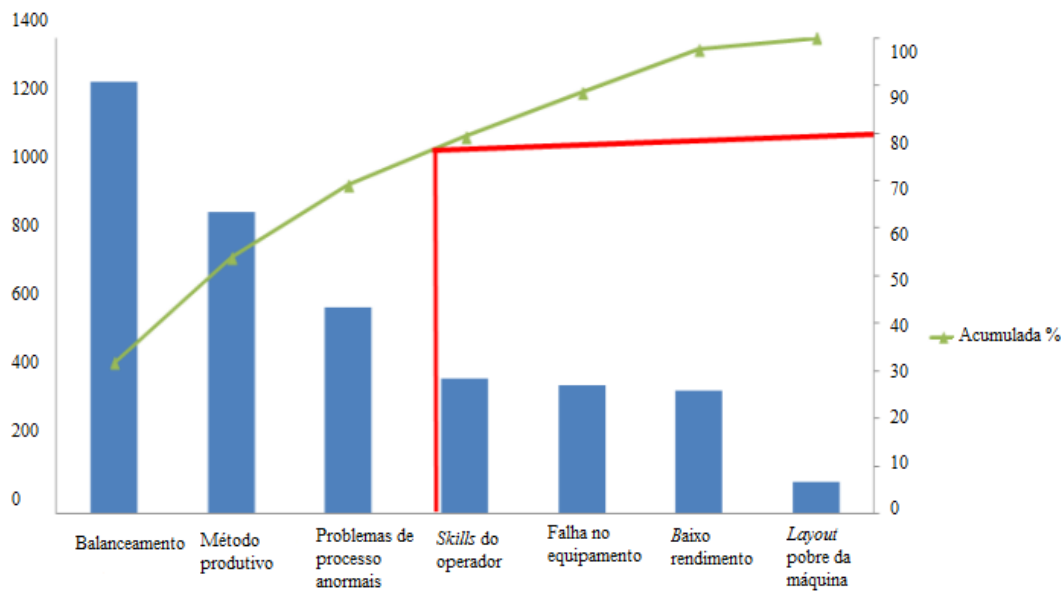


Figura 6: Exemplo Diagrama de Pareto [22] Adaptado

- Diagrama de *Ishikawa*

É uma ferramenta, também conhecida por espinha de peixe ou diagrama de causa-efeito, eficaz na análise das diferentes causas que estão na origem de um problema. Uma das suas vantagens é o facto de apresentar as diferentes causas por categorias, como se pode verificar na figura 7 [23].

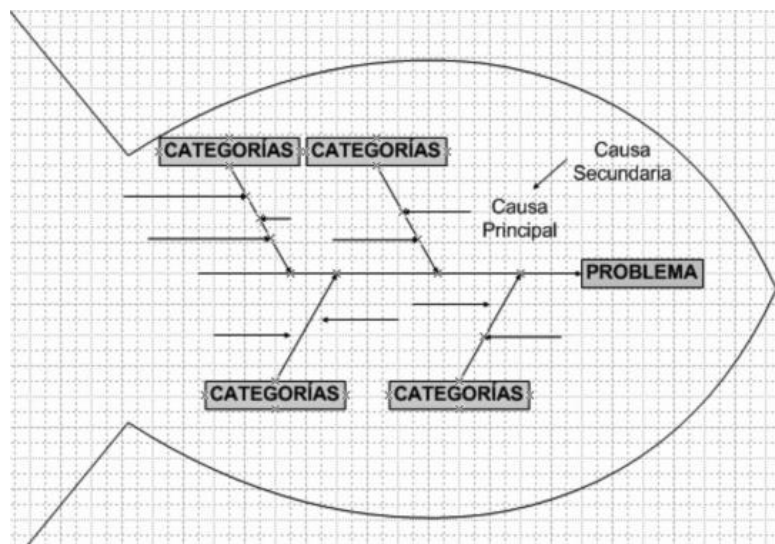


Figura 7: Exemplo Diagrama de Ishikawa [23]

- 5S

É uma ferramenta que através de cinco etapas devidamente sequenciadas, ajuda a manter a zona de trabalho organizada e limpa, apenas com o que é necessário para executar as tarefas permitindo aumentar o nível de segurança e de qualidade. As cinco etapas, são [12]:

1. Separar (*Seiri, em japonês*): retirar da área de trabalho todos os itens que são dispensáveis para a execução do trabalho. Esta etapa depois de realizada permite vantagens como um aumento de produtividade e um ambiente de trabalho organizado e limpo [24];

2. Arrumar (*Seiton*): depois da primeira etapa concluída, dá-se início à organização dos materiais de forma sequenciada num local específico, para que qualquer pessoa identifique rapidamente o que necessita;

3. Limpar (*Seiso*): consiste na limpeza do posto de trabalho e em mantê-lo sempre em boas condições;

4. Sistematizar (*Seiketsu*): para que as três tarefas descritas anteriormente se mantenham e tenham os resultados esperados, é necessário alimentar e sistematizar todo o processo;

5. Respeitar (*Shitsuke*): significa criar hábitos, para que os 4S referidos sejam sempre implementados, estimulando a melhoria contínua.

É uma ferramenta difícil de quantificar, mas é possível identificar vantagens como: menor risco de acidentes de trabalho, melhores condições de trabalho, bancadas de trabalho organizadas e limpas, menores movimentações de trabalhadores, redução de tempo improdutivo, entre outras [20].

- Gestão Visual

É uma técnica que pretende organizar o local de trabalho para que qualquer pessoa possa fazer uma rápida leitura da área em questão. Apresenta-se sob a forma de quadros informativos, etiquetas, cores, sinalização, atividades produtivas, entre outras. [25].

- *Mizusumashi*

Mizusumashi é uma expressão japonesa vulgarmente conhecida por comboio logístico ou *milk run*. É uma ferramenta que dá suporte à logística interna, cuja função é o abastecimento de materiais na hora, no local e na quantidade certa. É caracterizado por

ter rotas e pontos de paragens pré-estabelecidas e tempos de ciclo associados, que por norma variam entre 20 a 60 minutos [26].

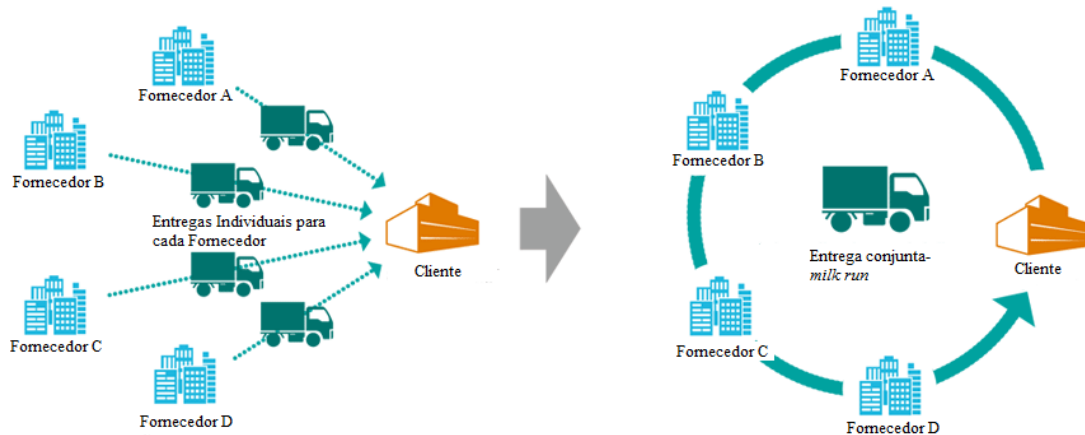


Figura 8: Exemplo Aplicação Mizusumashi Antes vs. Depois [27] adaptado

2.2 Metodologia *Lean* em Ambiente MRO

A manutenção aeronáutica é uma indústria extremamente regulamentada e exigente em termos de segurança quer de pessoas quer da própria aeronave. Para que se mantenha a aeronavegabilidade de uma aeronave, é de extrema importância a melhoria e a criação de programas de manutenção.

Atualmente, a metodologia *Lean* é cada vez mais implementada em ambiente de manutenção, MRO aeronáutica, uma vez que a sua aplicação se traduz no aumento de capacidade, qualidade e produtividade ao mesmo tempo que reduz o nível de inventário e tempos de espera [28].

2.2.1 Definição de Manutenção

Segundo a *Norma Portuguesa NP EN 13306:2007* a manutenção é definida como: “combinação de todas as ações 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” [29]. Existem três grupos de manutenção:

- Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva ocorre sempre após a falha ou avaria ser detetada [29].

- Manutenção Preventiva

Manutenção que ocorre em intervalos de tempo pré-estabelecidos, de acordo com critérios prescritos de forma a reduzir a probabilidade de avaria ou degradação [29]. Divide-se em manutenção preventiva sistemática, onde a manutenção é efetuada de acordo com intervalos de tempo pré-estabelecidos e em manutenção preventiva condicionada, que se baseia na performance do bem [30].

- Manutenção de Melhoria (*Design-out*)

Tipo de manutenção que se foca na construção de um produto de forma a eliminar as causas que possam dar origem a manutenção. Por norma associa-se a componentes com elevado custo de produção e de manutenção [30].

2.2.2 Definição MRO

Todas as aeronaves são projetadas, certificadas e operadas de acordo com regulamentação internacional, consequentemente todas as atividades e processos de manutenção, reparação e revisão da aviação são de extrema complexidade [33].

Entenda-se por MRO, todas as ações necessárias para restaurar equipamentos, máquinas ou sistemas para um estado no qual possam operar, com o nível de desempenho exigido [31]. Todas as ações incluem áreas administrativas, gerenciais e de supervisão técnica correspondente [32]. De um modo geral, agendam, planeiam, executam e documentam todas as tarefas de manutenção de acordo com a legislação e diretrizes em vigor [33].

As organizações MRO atuam em duas frentes, manutenção programada e não programada. Nas duas, lidam sempre com situações imprevisíveis, como resposta de fornecedores, variabilidade de procura, gerenciamento de recursos partilhados, níveis de inventário, entre outras [31].

As MRO's são classificadas consoante o tipo de manutenção de aeronaves que realizam. São elas [30] [34]:

- Manutenção de Linha

A manutenção de linha passa por uma assistência técnica diária em toda a aeronave, em que qualquer retificação ou substituição de componentes que seja necessário é executada.

- Manutenção de Base

Esta manutenção tem em conta o tempo de ciclos, horas de voo, vida útil do calendário da aeronave e dos sistemas que a constituem. Os componentes são removidos para se

realizar a manutenção de base, como tal, é necessário uma paragem mais prolongada da aeronave.

- *Heavy Maintenance Visit*

Manutenção onde se retiram e desmontam os componentes para uma inspeção detalhada e posterior reparação.

- Revisão de Motor

Agrega trabalhos de rotina e reparação total de motores. É a manutenção com mais peso na indústria de manutenção aeronáutica.

- Revisão de Componentes

Manutenção de componentes que não entram na categoria de *heavy maintenance visit*.

- Manutenção de Aviónicos

Manutenção de componentes eletrónicos e componentes que lhe estejam associados e a sistemas desenvolvidos com o objetivo de aumentar a eficiência da aeronave.

- *Retro-fits* e Conversões

Área responsável por *retro-fits* e pela conversão de aviões de passageiros em aviões de carga.

2.2.3 Implementação *Lean* em MRO

A metodologia *Lean* apresenta-se como, um meio de identificar e eliminar os desperdícios ao longo de uma cadeia de valor e a correta utilização dos recursos que as organizações dispõem. Embora seja largamente aplicada na área da produção e com resultados prestados, só nos últimos anos tem vindo a destacar-se na área de manutenção, adotando o termo *Lean Maintenance* (LM). A manutenção representa cerca de 17% do custo operacional de uma companhia aérea, prevendo-se que em 2024 atinja os noventa biliões de dólares [35].

O objetivo de uma organização MRO, é a manutenção de forma a restaurar os componentes para um estado no qual possam operar de forma segura, englobando toda a estrutura organizacional [31] [32].

Ao contrário do que se observa na área de produção, em que os processos se repetem e estão padronizados, a manutenção aeronáutica lida com variações de processo, com um número substancialmente elevado de componentes que requerem diferentes processos de manutenção consoante o seu estado operacional [31]. O LM pretende reduzir o número

de manutenções não planeadas, minimizar o nível de inventário e aumentar o nível de produtividade na organização [36].

As ferramentas e os princípios em que o *Lean Maintenance* se baseia são os mesmos que o *Lean Manufacturing*, embora nos desperdícios se consiga encontrar pequenas diferenças [37][38]:

1. Trabalho não produtivo: execução de tarefas de manutenção preventiva e preditiva, numa maior frequência relativamente aos melhores resultados obtidos na superprodução;
2. Espera: envolve a espera de técnicos, ferramentas e documentação que contribuem para a realização das tarefas;
3. Manutenção Centralizada: todas as áreas intervenientes no processo de manutenção devem estar próximas, de forma a reduzir o transporte e tempo de espera;
4. Inventário: a gestão desadequada do nível de inventário traduz-se na falta de material quando necessário;
5. Movimento: refere-se à movimentação desnecessária dos colaboradores ou equipamentos;
6. Repetição de trabalho: execução repetida de tarefas devido a manutenção que não cumpre os requisitos;
7. Gestão de dados inadequada: recolha de informação inadequada ou informação considerada relevante totalmente ausente;
8. Desaproveitamento de recursos: utilização dos recursos de forma incorreta e que não potencializam o seu objetivo.

Capítulo 3

Caso de Estudo

No presente capítulo apresenta-se o Grupo TAP, a unidade de negócio TAP Manutenção e Engenharia onde o caso de estudo teve lugar e ainda algumas áreas que intervêm no caso de estudo.

3.1 TAP Air Portugal

A empresa Transportes Aéreos Portugueses S.A, mais conhecida por TAP, desde 1945 que presta serviços na indústria aeronáutica para Portugal e para o Mundo. Desde 2005 que é membro da *Star Alliance*, a maior parceria mundial de companhias aéreas.

Atualmente a frota TAP dispõe de 91 aeronaves, das quais 70 são modelo *Airbus* e as restantes 21 dividem-se por modelos *Embraer* e ATR, permitindo ligações para mais de 84 destinos [39].

3.2 TAP Manutenção e Engenharia

Apresenta-se como uma MRO que presta serviços de manutenção, reparação e revisão à frota da TAP Air Portugal e a terceiros, sendo que estes representam mais de metade do volume de negócio anual. Atualmente tem capacidade de resposta para frotas *Airbus*, *Boeing* e *Embraer*. Dispõe de três polos de manutenção, um em Portugal e dois no Brasil, totalizando 4.000 colaboradores.

Divide-se por oito áreas diferentes, como se pode verificar no Anexo A1, prestando serviços de MRO em três das áreas: Manutenção de Aviões (MA), Manutenção de Motores (MM) e Manutenção de Componentes (MC). Este trabalho foi desenvolvido na Manutenção de Componentes, mais concretamente na Oficina de Instrumentação e Eletrónica (IE) [40].

3.3 Manutenção de Componentes

A Manutenção de Componentes oferece serviços de teste, reparação, revisão e modificação a mais de 7.000 componentes e dispõe de um leque de componentes em armazém para fornecimento a clientes.

Presta apoio a componentes mecânicos, aviônicos, hidráulicos e pneumáticos, e ainda a manutenção de trens de aterragem. No ano de 2017, nas suas instalações intervecionou, 32.000 componentes [40].

Como demonstrado no organograma do Anexo A2, aloca as áreas de Engenharia e Qualidade (EQ), Planeamento e Controlo (PC), Logística (LG), e as áreas de Produção que dizem respeito às duas oficinas: Instrumentação e Eletrónica (IE) e Hidráulicos e Pneumáticos (HP).

3.3.1 Oficina da IE

A oficina IE presta serviços de manutenção a diversos componentes em quatro áreas distintas, cada uma alocada a uma oficina: Apoio Mecânico, Eletromecânica, Rádio e Rádio- *In Flight Entertainment*. Para além destas áreas ainda possui um Laboratório de Calibração e um dedicado ao material *Panasonic*. Todas estas oficinas contam com técnicos especializados e certificados.

3.3.1.1 Instalações

A oficina IE, onde o caso de estudo se desenvolveu, localiza-se no edifício 34 do reduto TAP, e é dividido por três pisos. Em cada figura, estão assinaladas as áreas intervenientes no processo alvo de estudo.

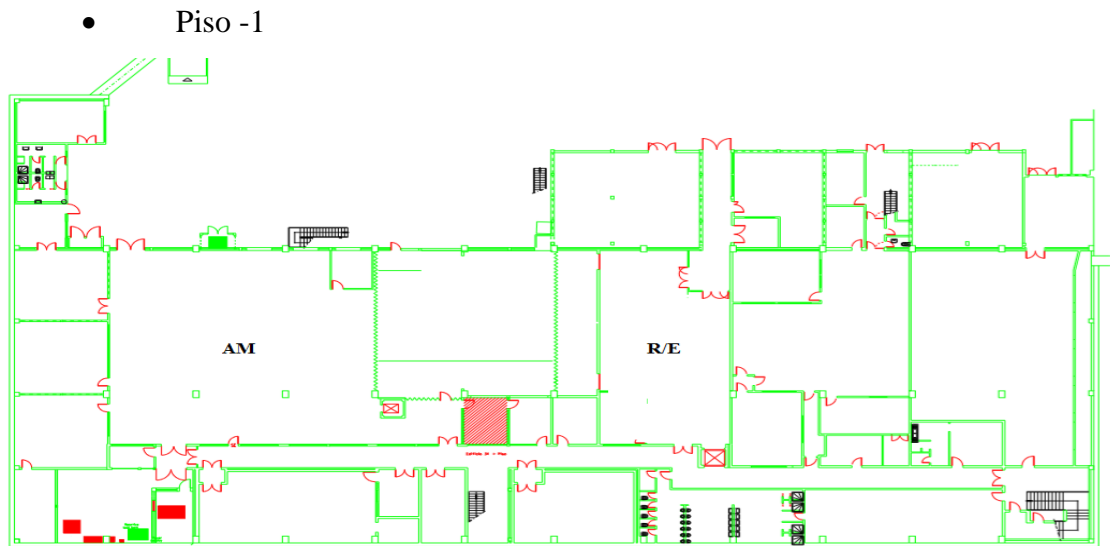


Figura 9: Planta Piso -1 da Oficina IE

Legenda:

R/E – Recepção e Expedição da IE

AM- Área oficial Apoio Mecânico

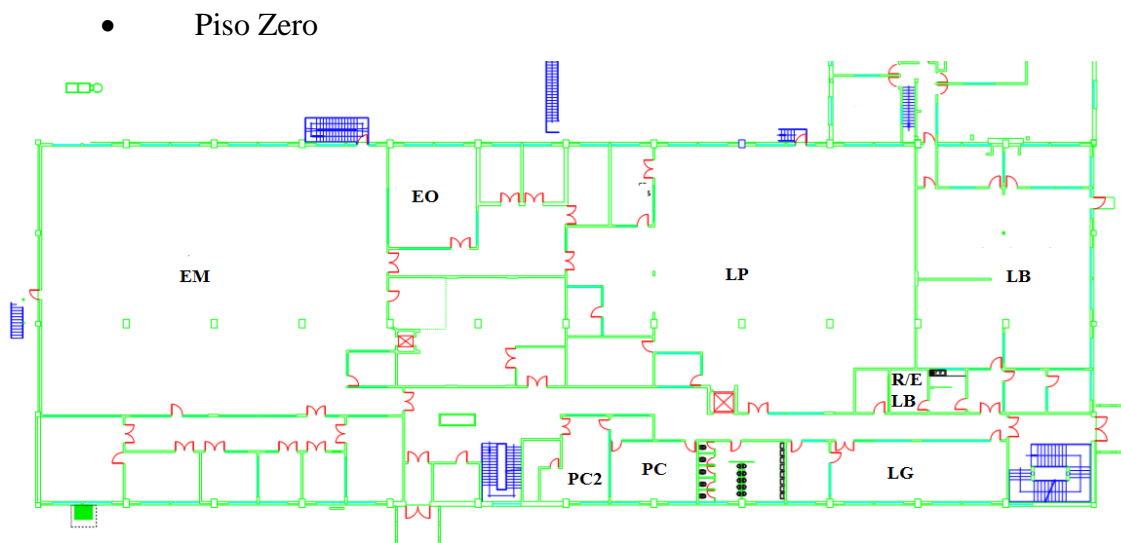


Figura 10: Planta Piso zero da Oficina IE

Legenda:

EM – Área oficial de Eletromecânica

EO- Equipamento de Emergência

LP – Laboratório Panasonic

PC2- Planeamento e Controlo 2

LB- Laboratório Calibração

LG- Logística

PC- Planeamento e Controlo

- Piso 1

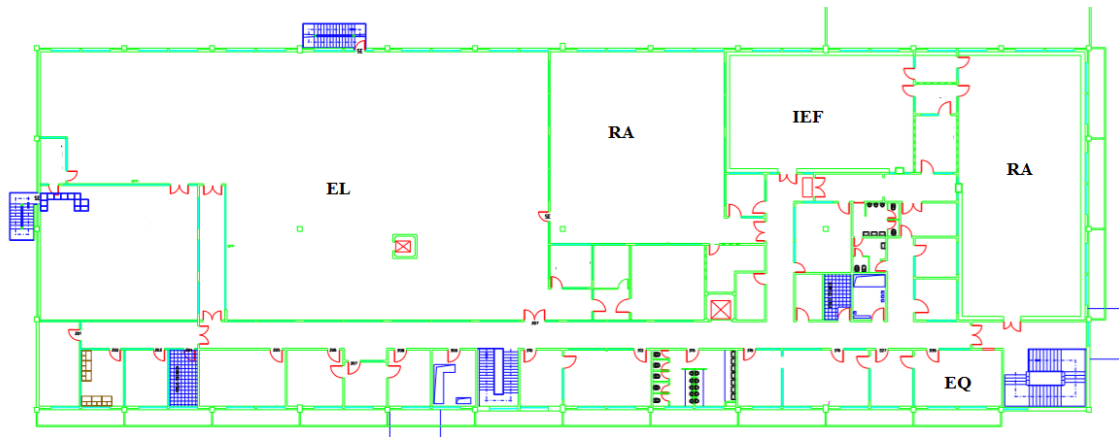


Figura 11: Planta Piso 1 da Oficina IE

Legenda:

EL- Área oficial de Eletrónica

IEF - Área oficial *In Flight Entertainment*

RA- Área oficial de Rádio

EQ- Engenharia e Qualidade

- Área de Receção e Expedição da IE (RE/IE)

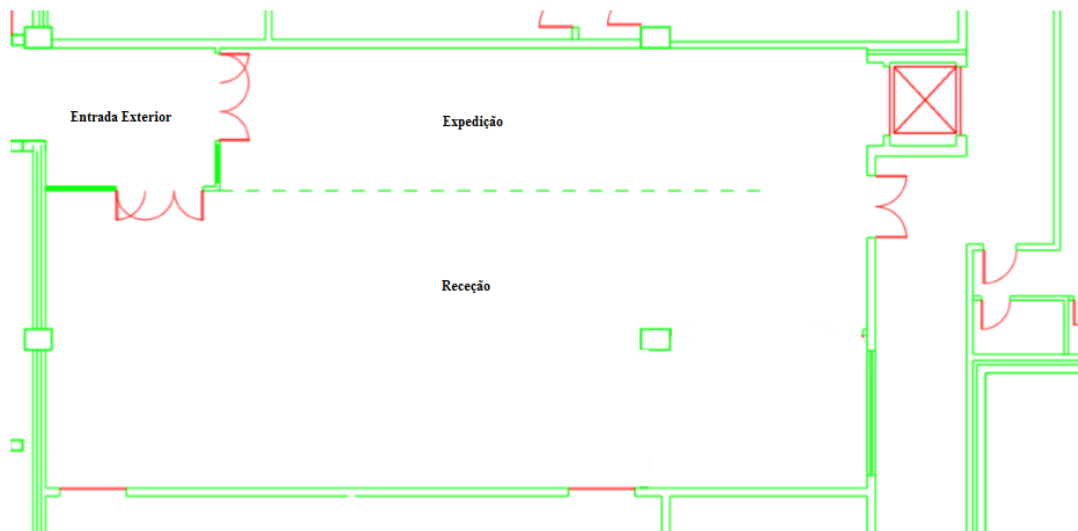


Figura 12:Planta da área de receção e expedição da IE

A área de receção e expedição da IE localiza-se no piso -1 do edifício da oficina IE e divide-se por duas subáreas: receção e expedição. Na figura 12 e no Anexo A3 é possível observar a divisão da área entre receção e expedição, esta divisão é feita fisicamente através das prateleiras onde as caixas de acondicionamento dos materiais são colocadas.

Todos os materiais que dão entrada na IE são rececionados e expedidos nesta área. Ao longo do trabalho, todas as referências à receção e à expedição da IE correspondem a esta área.

De uma forma geral, todos os materiais dão entrada pela sala de Receção e Expedição da IE, que se encontra no piso -1, e depois de processados, são distribuídos pelas oficinas correspondentes que estão distribuídas pelos pisos -1, 0 e 1, recorrendo-se a um elevador. Quando o trabalho de oficina está concluído, os materiais são recolhidos e colocados novamente na sala de Receção e Expedição da IE, onde aguardam a expedição.

Todas as áreas estão devidamente identificadas e assinaladas com placas, como demonstrado no Anexo A4.

Relativamente às áreas oficinais, é de referir que estas áreas oficinais estão divididas por grupos oficinais com zonas próprias de receção de material e que a zona de expedição é comum a todos o grupos havendo portanto apenas uma zona de expedição em cada área oficial.

3.3.1.2 Equipa de Transporte Interno

O transporte de materiais, bem como o processamento que ocorre aquando da receção e da expedição na área RE/IE do piso -1 é da responsabilidade da equipa de transporte interno.

A equipa é composta por dois colaboradores com horário fixo das 07:30h às 16:00 horas. Como o edifício se divide por três andares, a distribuição no piso -1, bem como o trabalho de receção e de expedição que ocorre na área RE é partilhada pelos dois e os restantes andares são alocados a cada colaborador, com rotatividade semanal.

Apesar de haver uma equipa responsável pelo transporte de materiais na oficina, não existe qualquer rota nem horário definido pelo que, cada colaborador tem o seu método de trabalho.

O transporte dos materiais é feito com o auxílio de carros de transporte, como é possível observar no Anexo A5.

3.3.1.3 Materiais Intervencionados

Os materiais que circulam na oficina IE e que são alvo de estudo pertencem a dois grupos, assim [41]:

- Rotáveis

Entende-se por unidade rotável todos os “*componentes/unidades identificados através de part number¹ (P/N) e serial number² (S/N), cuja reparação é economicamente viável e de acordo com documentação aprovada. Estas unidades podem ou não ter limite de vida, contudo são controladas por horas de voo e/ou ciclos de voo.*”

Cada uma destas unidades faz-se acompanhar por uma etiqueta rotável, identificada no Anexo A6, desde que é removida da aeronave até voltar a ser instalada, e é constituída por seis folhas. Tem como objetivo, “*fornecer informação relativa à anomalia detetada num componente à oficina correspondente, controlar a remoção dos componentes rotáveis na TAP ME e também fazer cumprir e emitir o Certificado de Aptidão para serviço e o controlo de movimentos de rotáveis na TAP ME.*”

- Consumo

Entende-se por consumo todo o “*material adquirido com a configuração final de utilização*”.

Cada uma destas unidades faz-se acompanhar por um interoficinas, como se pode observar no Anexo A7. O objetivo da etiqueta interoficinas é a “*identificação e controlo dos processos de manutenção do material de avião que não é considerado rotável.*”

3.4 Serviço de Transporte

O transporte de materiais entre oficinas e armazéns no reduto TAP ME, é da responsabilidade do Serviço de Transporte.

O serviço de transporte no reduto TAP ME faz a distinção entre rotável e consumo, apresentando dois serviços distintos, sendo o armazém central (AC) o ponto de partida para ambos os serviços.

O transporte de unidades rotáveis faz-se entre as 08:25 e as 15:40 horas, num total de treze paragens na receção e expedição da IE. Já o transporte de unidades consumo

¹ *Part Number* (P/N): referência numérica atribuída pelo fabricante para identificar os artigos que produz e para os distinguir entre si.

² *Serial Number* (S/N): referência numérica atribuída pelo fabricante para serializar os artigos que produz com o mesmo *part number* e os distinguir entre si.

funciona entre as 08:10 e as 18:30 horas, totalizando oito paragens na receção e expedição da IE.

Capítulo 4

Caracterização do Estado Atual

Este capítulo aborda o estado atual do circuito de distribuição interna de materiais da Oficina de Instrumentação e Eletrônica, bem como o tratamento dos materiais na recepção e expedição da IE. Através da aplicação das ferramentas do *Lean*, pretende-se identificar os constrangimentos do processo bem como as oportunidades de melhoria.

Todos os dados que se apresentam resultam de uma análise direta do *gemba*³, como é o caso das análises com ferramentas *Lean*, e ainda da análise à informação de suporte informático.

Como o objetivo da dissertação é a otimização do circuito do material na oficina, houve a necessidade de caracterizar o processo pelo tipo de material:

- Rotável;
- Consumo;
- Requisição;
- *Panasonic*.

A análise ao problema irá ser feita pela mesma ordem do material, mas dividindo o processo em três subprocessos: recepção do material, distribuição e recolha do material e por último, expedição do material sempre que estes três subprocessos existam no fluxo do material.



Figura 13: Fluxo de Material

³ *Gemba*: Palavra de origem japonesa que designa o local onde ocorrem as tarefas de um determinado processo. O chão de fábrica é um exemplo.

4.1 Material Rotável

Para compreender o processo do material rotável desde que é rececionado até à expedição (RE) na IE, fez-se uma análise VSM acompanhando os colaboradores da oficina IE e uma análise de *Spaghetti*.

Da análise feita, resulta o VSM apresentado na figura 14 em que no quadrado a cinzento consta o subprocesso de receção, no quadrado a laranja o subprocesso de distribuição e recolha e por fim no quadrado a verde o subprocesso de expedição de unidades rotáveis. As tarefas representadas a azul são da responsabilidade da equipa de transporte interno da IE, as tarefas a verde estão alocadas à área PC e a amarelo tarefas da área EQ. De referir que a área PC se localiza no piso zero e a área EQ se encontra no piso um do edifício, como apresentado no ponto 3.3.1.1 Instalações.

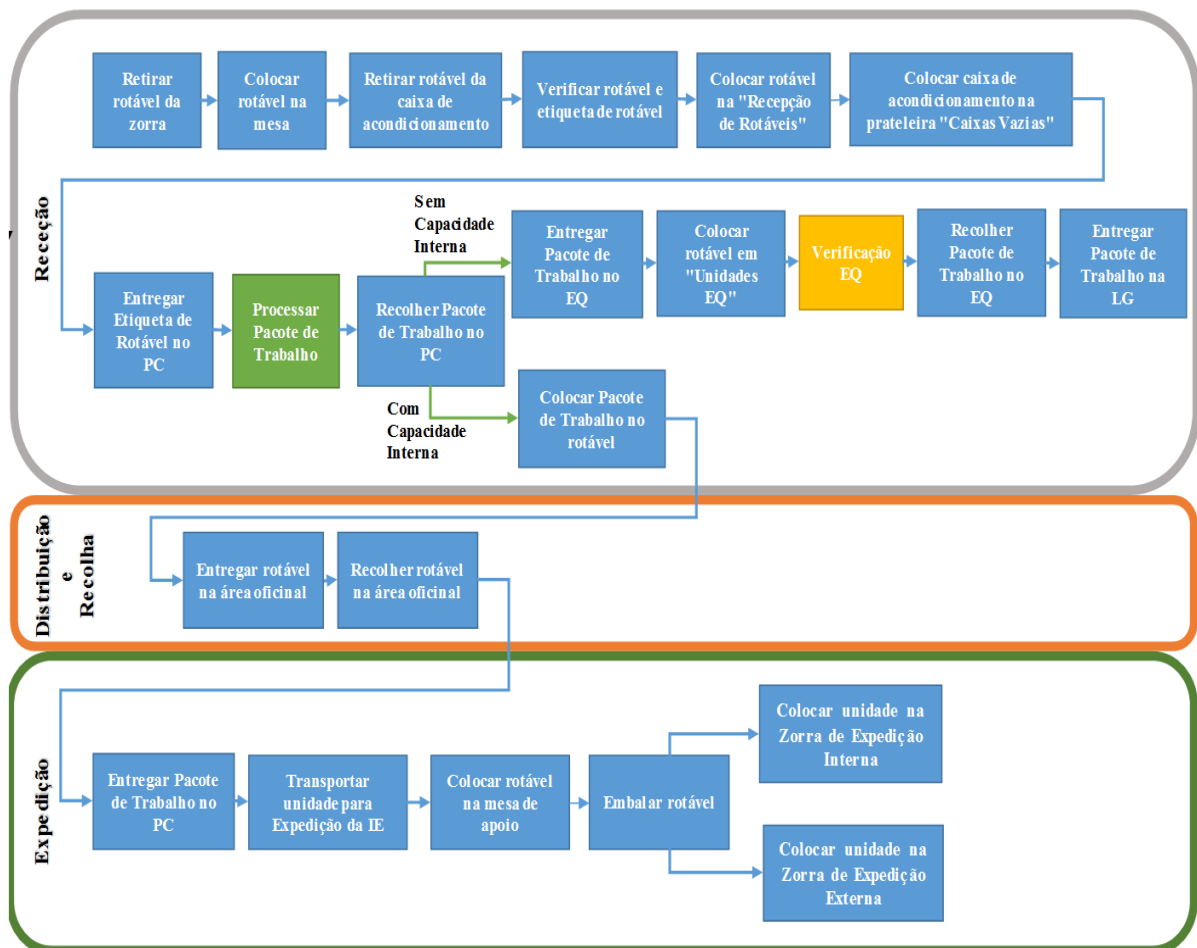


Figura 14: VSM do Material Rotável

4.1.1 Receção

As unidades rotáveis chegam à receção da oficina IE, que se localiza no piso -1 do edifício, vindas do armazém de rotáveis (AR) por meio do serviço de transporte. Ao contrário do que seria de esperar, o serviço de transporte faz chegar os rotáveis à receção da IE, apenas duas vezes por dia através de uma zorra, pelas 08:30 horas e por volta das 14:00 horas. Tal facto é justificado pela acumulação de rotáveis feita no AR, por parte dos técnicos de apoio mecânico (TAM). Apesar de a entrega ser essencialmente feita por zorra, identificada na figura 15, o serviço de transportes ocasionalmente entrega material rotável ao longo do dia, nos horários estipulados.



Figura 15: Exemplo de Zorra

A quantidade de material rotável que dá entrada na receção da IE é variável. Das análises aos dados de suporte informático, conclui-se que a segunda-feira é o dia em que há maior afluência de material, representando cerca de 26% do total, resultado que advém do facto da oficina IE não laborar aos fins-de-semana.

Para a análise em questão teve-se em conta os cinco primeiros meses do ano de 2018, representando 3.340 unidades rotáveis.

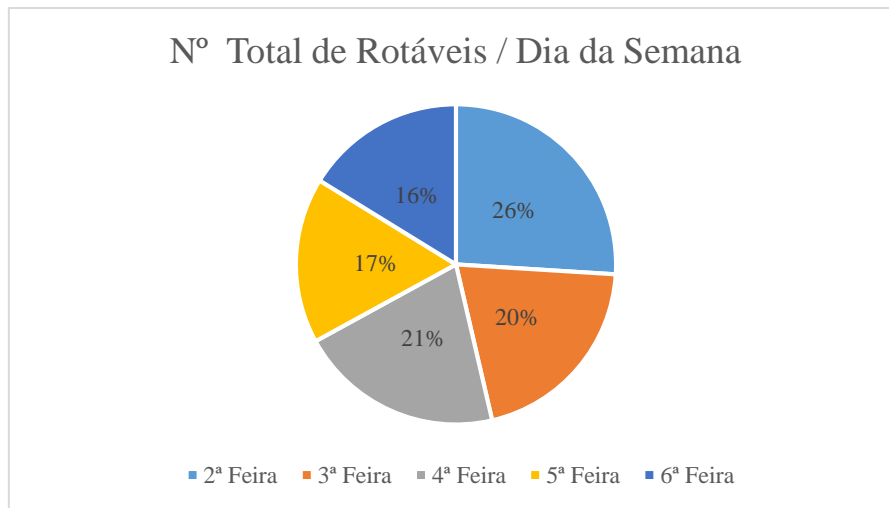


Figura 16: Demonstração Gráfica Quantidade de Rotáveis

Assim que os rotáveis se encontram na receção da IE, a equipa de transporte interno, realiza as tarefas que se encontram inseridas no quadrado a cinzento que representa o subprocesso de receção do VSM da figura 14.

➤ **Análise VSM**

Da análise ao VSM, verifica-se que as primeiras sete tarefas são da responsabilidade da equipa de transporte interno da IE, e dizem respeito ao tratamento da unidade rotável. Depois de a unidade ser analisada e colocada em espera na prateleira “Receção de Rotáveis” de acordo com a sua natureza, isto é, se tem ou não presença de óleos, a equipa entrega no PC a etiqueta de rotável. Nesta fase o PC através do sistema informático COMET elabora o pacote de trabalho, onde podem surgir duas situações:

1. Reparação interna: a equipa de transporte recolhe o pacote de trabalho que se encontra no PC e coloca-o junto da unidade correspondente que está na receção da IE.
2. Reparação externa: a equipa de transporte recolhe o pacote de trabalho no PC e entrega-o à área EQ. Posteriormente a área EQ avalia o processo e a unidade é entretanto colocada na prateleira específica “Unidades EQ” na receção da IE, e a equipa de transporte recolhe novamente o pacote de trabalho e entrega-o na área da LG e aqui termina o processo de receção da unidade.

O processo de entrega de etiquetas de rotáveis é feito de forma aleatória, ou seja, o número de etiquetas entregue ao PC varia consoante o nível de trabalho, do colaborador e do número de rotáveis que deu entrada na receção. O mesmo ocorre com a recolha de pacotes de trabalho, o trabalhador da equipa de transporte interno desloca-se ao PC, ao EQ e à

LG para recolher e entregar os pacotes de trabalho de forma espontânea ou quando está a distribuir ou recolher unidades nas áreas oficinais, isto porque não existe qualquer sinal ou aviso de que existem pacotes de trabalho já disponíveis.

Em termos de análise temporal, pelas observações no *gemba* e pela análise a dados informáticos, as tarefas que estão alocadas ao PC, ao EQ e à LG, variam devido ao processo que se efetua para cada situação, influenciando assim, o tempo que a unidade espera pelo pacote de trabalho para posteriormente ser entregue na oficina correspondente.

➤ *Análise Spaghetti*

Foi efetuada uma análise ao Diagrama de *Spaghetti* ao circuito realizado pelo colaborador, representada na figura 17, para as tarefas que ocorrem na área de receção da IE, as seis primeiras tarefas representadas no VSM da figura 14.

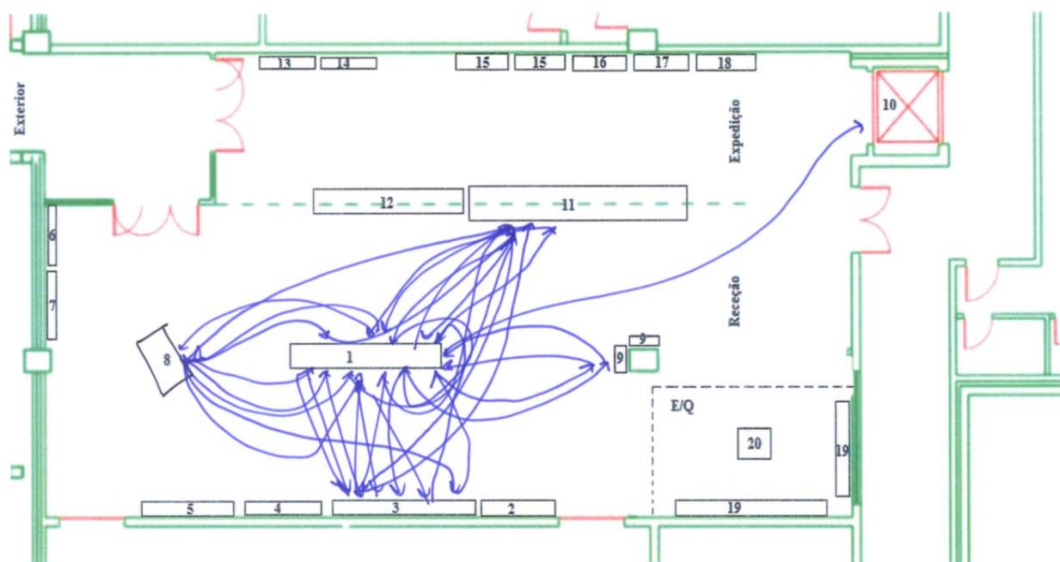


Figura 17: Diagrama Spaghetti à receção

Legenda:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1- Mesa de Apoio Receção de Rotáveis | 9- Carros de Transporte |
| 3- Prateleira Receção de Rotáveis | 10- Elevador |
| 8- Zorra de Material Rotável | 11- Prateleira das Caixas de Acondicionamento |

Ao analisar o diagrama de *Spaghetti* da figura 17, verifica-se que existem demasiadas linhas de fluxo. Esta situação traduz o *layout* da área de receção, podendo-se concluir que apesar de estar organizada e ter sido recentemente alvo da aplicação da ferramenta 5S, há

ainda a possibilidade de melhorar a disposição das várias estruturas de forma a reduzir as distâncias percorridas.

A distância percorrida no tratamento de cada unidade é aproximadamente 22 metros. Da análise obtida aos dados informáticos para os primeiros cinco meses do ano corrente, deram entrada na oficina IE, 3.440 unidades perfazendo um total de 75.680 metros percorridos pela equipa de transporte interno. Alargando a análise a um ano estima-se que a oficina IE receba aproximadamente 8.256 unidades rotáveis, totalizando 181.632 metros percorridos num ano.

4.1.2 Distribuição e Recolha

Com o intuito de traçar o circuito realizado pelo colaborador no processo de distribuição e recolha de unidades rotáveis, recorreu-se à análise por via de Diagrama de *Spaghetti*. Como as áreas intervenientes no processo de distribuição e recolha de materiais se encontram divididas pelos três pisos do edifício da oficina IE, houve a necessidade de fazer uma análise de *Spaghetti* a cada piso, como demonstrado nas figuras 18, 19 e 20.

- Piso -1

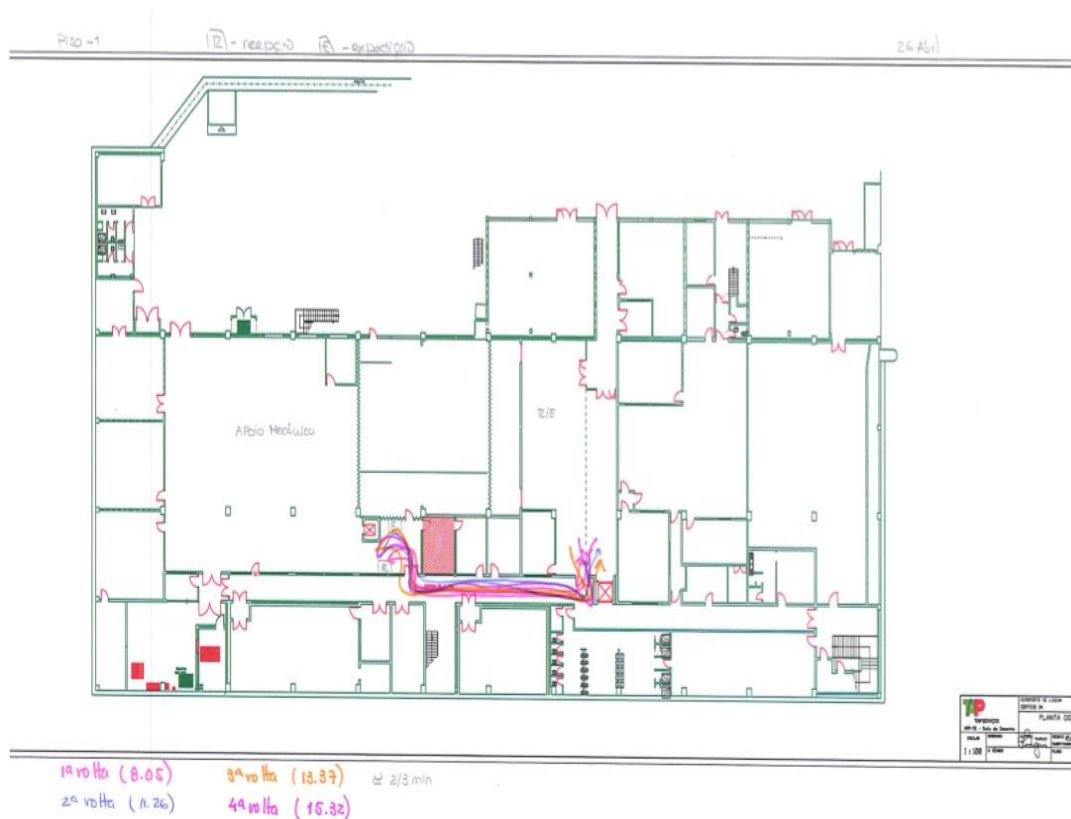


Figura 18:Diagrama Spaghetti ao piso -1

- Piso Zero

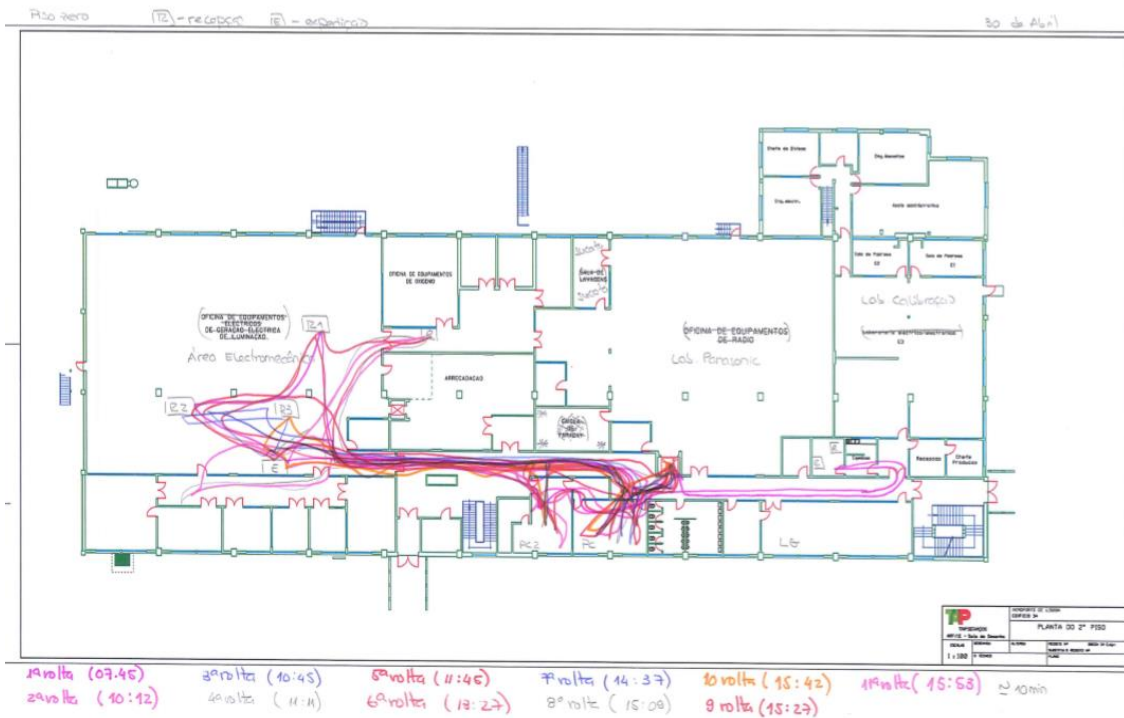


Figura 19: Diagrama Spaghetti ao piso 0

- Piso 1

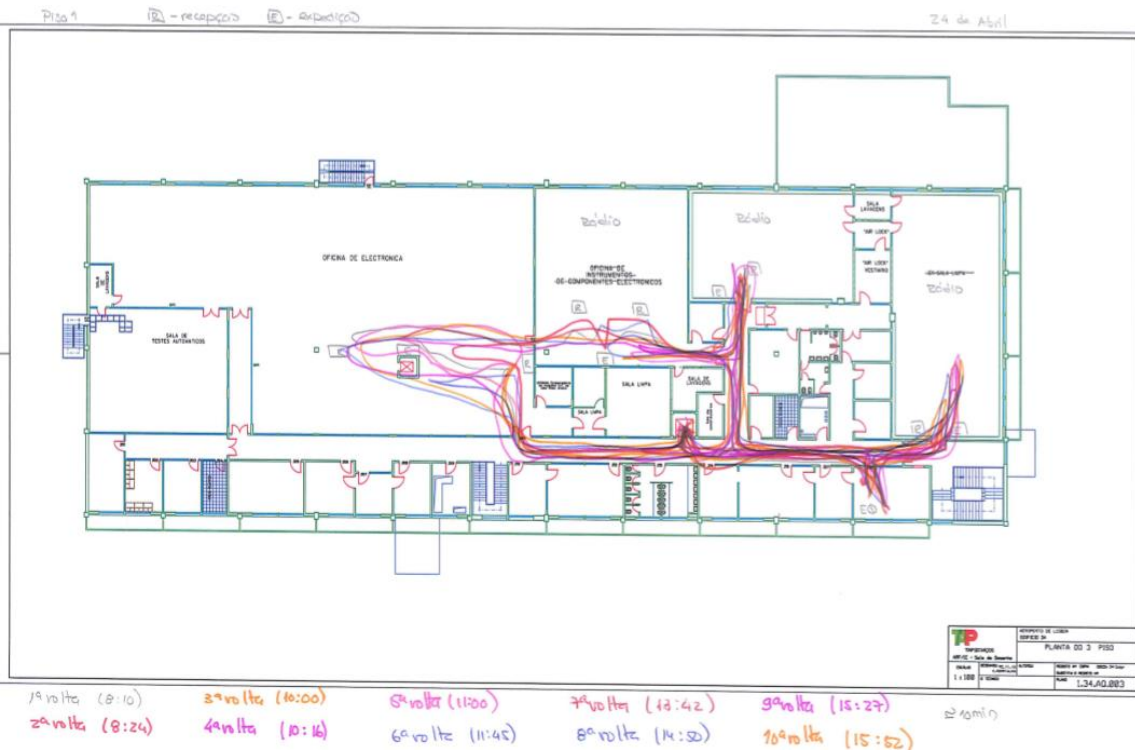


Figura 20: Diagrama Spaghetti ao piso 1

Ao mesmo tempo do registo do fluxo do trabalhador, houve também um registo quantitativo das distâncias percorridas, como demonstra a tabela 2:

Tabela 2: Distância percorrida em média em cada piso por rota

Piso	-1	0	1
Distância Média Percorrida (metro/rota)	40	147	198

Considerando que por dia, em média, são feitas 10 voltas de distribuição e recolha de material, tem-se:

Tabela 3: Distância percorrida em média em cada piso por ano

Piso	-1	0	1
Distância Média Percorrida (metro/ano)	90400	332220	447480

- **Distribuição**

O subprocesso de distribuição tem início quando os pacotes de trabalho já se encontram na respetiva unidade rotável. As unidades são colocadas no carro de transporte e cada colaborador faz a entrega na área oficial correspondente. Para cada subárea oficial existe uma zona reservada à receção de material. No anexo B1 é possível observar a identificação destas zonas.

- **Recolha**

A recolha ocorre ao mesmo tempo que a entrega de material. Quando o colaborador circula pela área oficial para entregas, passa sempre pelo ponto de expedição de cada área oficial. Esta área está localizada junto da porta de entrada das áreas oficiais e é comum a todas as subáreas. No anexo B2 é possível observar as áreas dedicadas à expedição de material nas oficinas.

Da análise resultante aos Diagramas de *Spaghetti*, rapidamente se concluí que não há distinção de rotas entre distribuição e recolha. Da mesma análise resultaram ainda outros dois pontos importantes:

1. Ausência de horários estipulados: a equipa de transporte interno não tem um horário estipulado. Do observado apenas se concluí que existem quatro voltas que por norma cumprem um horário definido pela equipa de transportes da IE, de forma a dar

resposta à chegada e saída das zorras. Da parte da manhã, as voltas de distribuição e recolha realizam-se aproximadamente às 8:00 e às 11:30 horas. Correspondem à primeira volta para recolha de material que não foi recolhida no dia anterior e à aproximação da hora de almoço. Na segunda parte do dia, as voltas ocorrem sensivelmente às 13:45 e às 15:30 horas. A primeira volta da tarde coincide com a saída da primeira zorra e a segunda volta com a recolha de segunda zorra por parte do serviço de transporte.

Da análise resultante do acompanhamento em campo, durante dois dias laborais, em média são realizadas 10 voltas com duração aproximadamente de 10 minutos cada, que resultam do fluxo de trabalho e do colaborador;

2. Ausência de rotas definidas: as voltas de distribuição e recolha de materiais não têm rotas associadas e definidas dependendo apenas do método de trabalho do colaborador da equipa de transportes da IE e do material a ser distribuído.

4.1.3 Expedição

O processo de expedição de material ocorre após a entrega do pacote de trabalho na área PC. A equipa de transporte interno da oficina IE transporta as unidades para a expedição localizada no piso -1 e inicia o processo de expedição propriamente dito.

Como observado no quadrado a verde do VSM da figura 14 quando já na área de expedição da oficina IE, o rotável é colocado na mesa de apoio, embalado e posteriormente é colocado na zorra correspondente. A zorra à qual a unidade pertence, se é externa ou interna à TAP ME, está indicada na etiqueta rotável que acompanha cada unidade. Este processo não ocorre de forma fluída, isto é, normalmente o material é deixado na mesa de apoio e só é embalado e colocado na zorra de expedição com a aproximação da hora em que o serviço de transporte recolhe as zorras na área RE/IE. Na figura 21, o fluxo marcado a cor-de-rosa, representa as movimentações dos colaboradores na área da expedição da oficina IE.

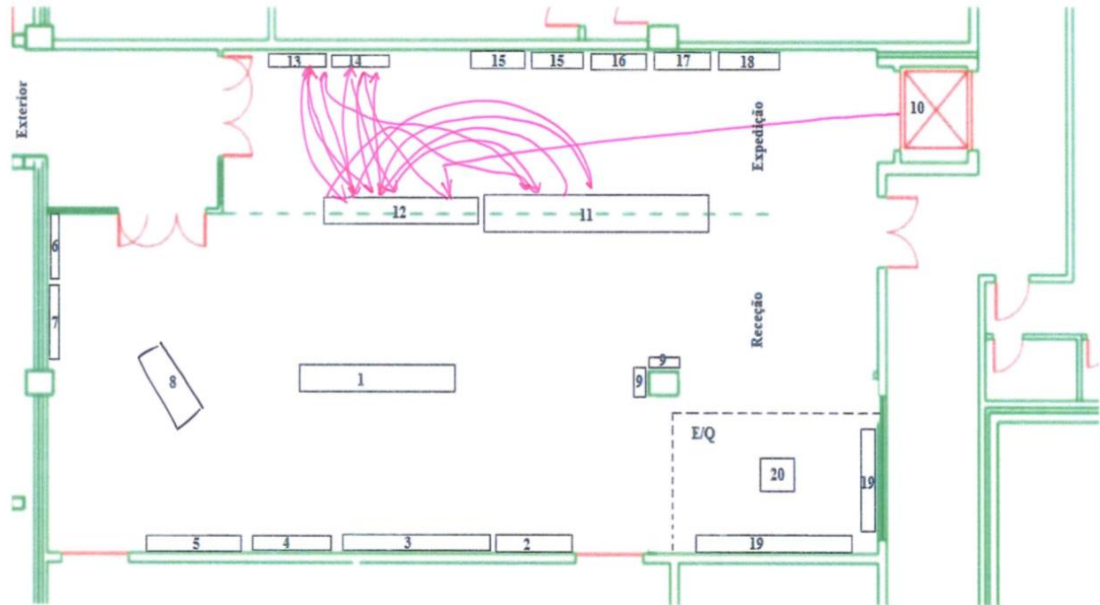


Figura 21: Diagrama Spaghetti à expedição da IE

Legenda:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 10- Elevador | 13- Zorra de Expedição Interna |
| 11- Prateleira das Caixas de Acondicionamento | 14- Zorra de Expedição Externa |
| 12- Mesa de Apoio para expedição de rotáveis | |

4.2 Material Consumo

Adotando a mesma filosofia que no ponto 4.1, apresenta-se na figura 22 o VSM dos materiais consumo.

Do VSM, importa saber que no quadrado a cinzento consta o subprocesso de receção, no quadrado a laranja o subprocesso de distribuição e recolha e por fim no quadrado a verde o subprocesso de expedição de unidades consumo. As tarefas representadas a azul são da responsabilidade da equipa de transporte interno da IE, as tarefas a verde estão alocadas à área PC e a amarelo tarefas da área EQ. De referir que a área PC se localiza no piso zero e a área EQ se encontra no piso um do edifício, como apresentado no ponto 3.3.1.1 Instalações.

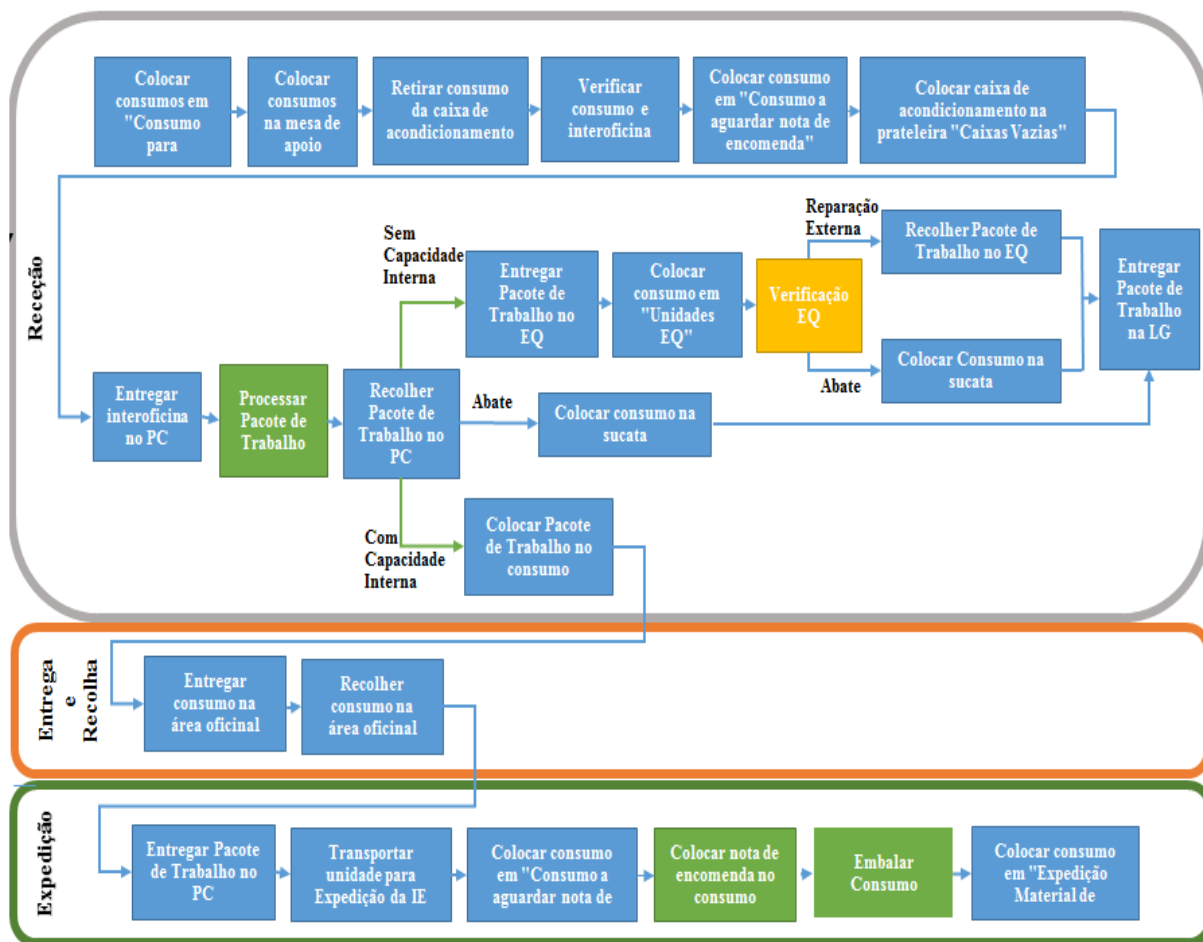


Figura 22: VSM do Material Consumo

4.2.1 Receção

➤ Análise VSM

As unidades consumo são provenientes da HP, da manutenção de linha, do hangar, entre outras áreas, e chegam à receção da IE entre as 08:10 horas e as 18:30 horas, através do serviço de transporte. São deixadas na receção da IE numa zona específica, identificada como "Receção do Material/Reparação" e posteriormente a equipa de transporte interno da IE coloca-as numa mesa de apoio intitulada "Consumo para processar", onde as unidades ficam até serem colocadas na mesa de apoio da receção e onde são, por fim, verificadas.



Figura 23: Sequência das primeiras 3 tarefas do material consumo

No tratamento de material consumo, a equipa de transporte interno da oficina IE, realiza todas as tarefas do subprocesso de receção apresentadas no quadrado a cinzento como mostra a figura 22 do VSM. Tal como acontece com os rotáveis, os colaboradores verificam o material juntamente com o interoficinas que o acompanha e colocam o material na prateleira “Receção de Material Consumo”, enquanto o PC elabora o pacote de trabalho através do sistema informático SCORPIUS.

Finalizado o pacote de trabalho existem três possibilidades:

1. Reparação externa: a equipa de transporte recolhe o pacote de trabalho no PC e entrega-o à área EQ, que por sua vez analisa o processo e a unidade em causa, que já se encontra na prateleira “Unidades EQ” da RE/IE. No EQ surgem duas possibilidades: ou a unidade vai para abate direto ou segue para reparação externa. Em qualquer uma das

possibilidades, a equipa de transporte interno recolhe os pacotes de trabalho e entrega-os à área LG;

2. Reparação interna: o pacote de trabalho é recolhido na área PC e colocado, pela equipa de transporte interno da IE, na unidade correspondente;

3. Abate: depois de recolhido o pacote de trabalho e da unidade ser colocada na área reservada à sucata, este é entregue à área LG.

A entrega do interoficina na área LG e a recolha de pacotes de trabalho é idêntica à entrega de etiquetas rotáveis, decorre sem quaisquer parâmetros estipulados.

Em termos de análise temporal, pelas observações no *gemba* e pela análise aos dados informáticos, as tarefas que estão alocadas ao PC, ao EQ e à LG, variam muito devido ao processo que se tem de efetuar para cada situação influenciando o tempo em que a unidade está à espera do pacote de trabalho para poder ser entregue na área oficial correspondente.

➤ *Análise Spaghetti*

De forma a identificar possíveis melhorias para tornar o fluxo de rececionamento mais rápido efetuou-se uma análise *Spaghetti*, representada na figura 24.

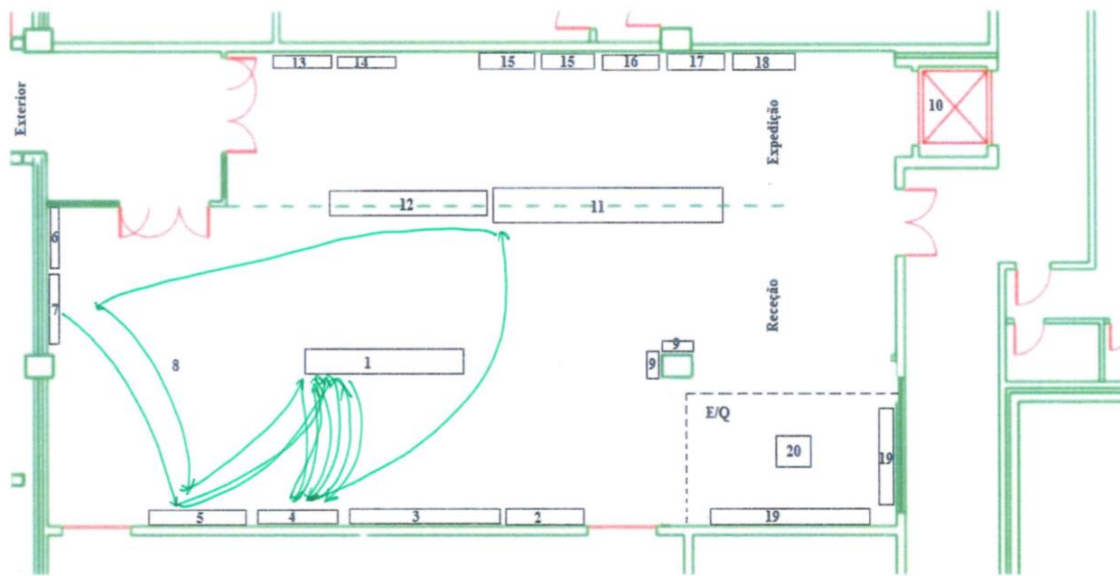


Figura 24: Diagrama Spaghetti à Recepção de Material Consumo

Legenda:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1- Mesa de Apoio Recepção de Rotáveis | 7- Recepção de Material/Reparação |
| 4- Recepção de Material Consumo | 11- Prateleira das Caixas de Acondicionamento |
| 5- Mesa de Apoio Consumo a processar | |

A diferença que se encontra comparativamente à recepção de unidades rotáveis está na localização em que as unidades consumos são deixadas pelo serviço de transporte e onde depois são colocadas pela equipa de transporte, verificando-se por isso uma oportunidade de melhoria que é possível pelo aproveitamento do espaço, aproximação das estruturas e, consequentemente eliminação de tarefas desnecessárias.

Da análise efetuada, rapidamente se percebe que o rececionamento de unidades rotáveis e consumo são praticamente idênticas, com diferenças nas estruturas utilizadas para colocar as unidades. Embora se verifique estas parecenças, na realidade, a equipa de transporte interno só processa as unidades de consumo quando a recepção e expedição dos rotáveis está concluída, ou seja, os rotáveis têm sempre prioridade face aos consumos que se fazem acumular na área de expedição.

Na recepção da oficina IE, nos primeiros cinco meses do presente ano deram entrada cerca de 1.709 unidades de consumo, informação extraída dos dados de suporte informático.

4.2.2 Distribuição e Recolha

O processo de distribuição e recolha é em tudo semelhante ao descrito no ponto 4.1.2.

4.2.3 Expedição

Quando a equipa de transporte interno da IE entrega o pacote de trabalho no PC e transporta a unidade consumo para a expedição da IE, coloca-a na zona específica "Consumo a aguardar Nota de Encomenda". Assim que o PC elabora a nota de encomenda, desloca-se à expedição e coloca na unidade a respetiva nota de encomenda. De seguida embala a unidade, numa mesa destinada para tal e por fim coloca-a na prateleira "Expedição de Material de Consumo", onde fica a aguardar o serviço de transporte. Este processo está descrito no VSM da figura 22, no subprocesso de expedição.



Figura 25: Mesa de Apoio e Prateleira para Material a Aguardar Nota de Encomenda

4.3 Material por Requisição

Quando um técnico de manutenção aeronáutica (TMA) de uma determinada área oficial da IE, efetua uma requisição de material na sua bancada de trabalho, essa mesma requisição é recebida no armazém central (AC), e assim que o TAM satisfaz a requisição o material é enviado para a oficina IE através do serviço de transporte ou por via tubo pneumático, dependendo das dimensões do material.

De referir, que este material não tem subprocesso de recolha nem de expedição por parte do serviço de transporte interno da IE, pois são materiais para substituição nas unidades

que estão em processo de manutenção nas diferentes áreas oficinais, são por isso considerados materiais de consumo interno.

Da análise feita, resulta o VSM apresentado na figura 26 em que no quadrado a cinzento, consta o subprocesso de receção e no quadrado a laranja o subprocesso de distribuição. As tarefas representadas a laranja são da responsabilidade da área LG. De referir que a área LG se encontra no piso zero do edifício, e a distribuição decorre no piso zero e no piso um, como apresentado no ponto 3.3.1.1 Instalações.

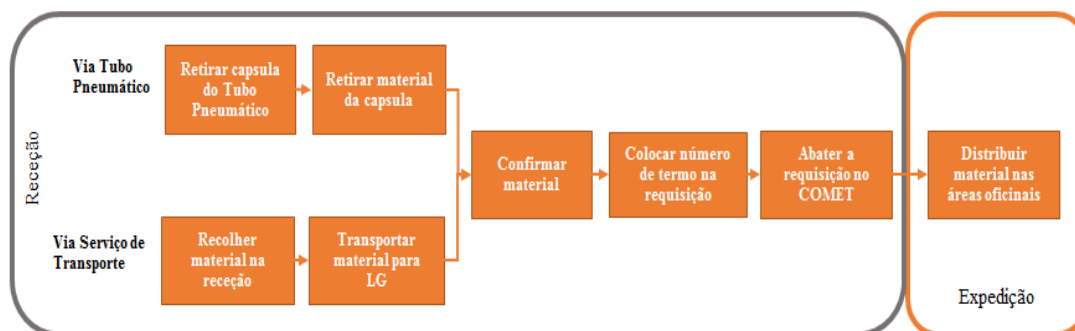


Figura 26: VSM do Material por Requisição

4.3.1 Receção

➤ Análise VSM

Na figura 26 apresenta-se o VSM que decorreu da análise em campo para o processo de receção e distribuição do material pedido pelos TMA das diferentes subáreas oficinais. O envio do material por parte do AC, pode ser feito por duas vias:

1. Via tubo pneumático: para unidades com dimensões aceitáveis pela capsula de transporte sendo rececionada diretamente na área LG (piso zero);
2. Via serviço de transporte: para unidades que ultrapassam as dimensões da capsula sendo que o material dá entrada na área de receção da oficina IE (piso -1).



Figura 27: Exemplo de Capsula de Transporte

Independentemente da origem do transporte, quer seja via tubo pneumático quer seja serviço de transporte, a área LG é quem assume todo o processo, desde a receção à própria distribuição do material requisitado.

Quando o envio de material é feito através do serviço de transporte entre as 08:10 e as 18:30 horas, esse mesmo material é entregue na receção da IE (piso -1). Nestas situações é necessário que um elemento da área LG se desloque à receção da IE para recolher os materiais e processá-los já na própria área da LG, situada no piso zero. Esta deslocação ocorre de forma aleatória pois, a não ser que a equipa de transporte interno da IE avise a área LG de que chegou material, não existe qualquer sinal ou informação onde seja possível verificar a presença de material.

O envio por tubo pneumático apenas se realiza no horário de trabalho das oficinas, entre as 08:00 e as 16:30 horas, embora a área LG, onde a capsula de transporte chega, tenha sempre presente um elemento entre as 07:30 e as 18:00 horas e o serviço de transporte tenha um horário de funcionamento até às 18:30 horas. Fora este horário, o AC acumula o material numa caixa específica (anexo B3) que só é entregue no dia seguinte útil por volta das 08:00 horas, por parte do serviço de transporte, na receção da IE.

➤ **Análise Dados Informáticos**

Recorreu-se a uma análise aos dados do sistema informático COMET, com o intuito de perceber a influência do serviço de transporte e do tempo que decorre entre a entrega do material na receção da IE e o fecho da requisição em sistema por parte da área LG, no tempo total do processo.

A figura 28 representa um esquema temporal de todas as etapas, desde que é efetuado um pedido de material por requisição por um TMA, até o material ser entregue ao respetiva grupo oficial.

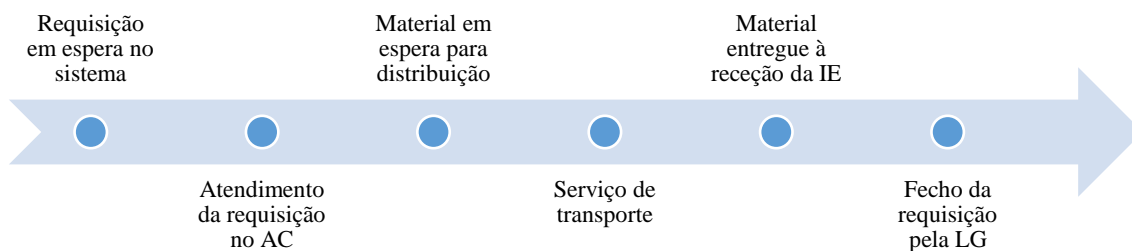


Figura 28: Esquema Temporal das várias Etapas do Material por Requisição

Como referido anteriormente, quando o TMA efetua a requisição em sistema, essa mesma requisição é atendida no AC por ordem de chegada e prioridade. O critério de prioridade divide-se em três, sendo 3 o nível mais urgente e 1 o nível mais baixo e é definido, como o tempo de atendimento da requisição no AC.

Assim, do esquema temporal:

1. Requisição em espera no sistema: representa o tempo em que a requisição fica em espera para ser atendida no AC, após o TMA efetuar o pedido. Depende de dois critérios: ordem de chegada e prioridade, já que o sistema agrega as requisições de todas as áreas da TAP ME.

2. Atendimento da requisição no AC: tempo em que a requisição é atendida, isto é, desde que o TAM retira a requisição do sistema até colocar o material na área de expedição do AC para transporte (Anexo B3);

3. Material em espera para distribuição: traduz o tempo que decorre desde que o material é colocado na área de expedição do AC até o serviço de transporte iniciar a distribuição de material, de acordo com os horários estipulados;

4. Serviço de transporte: tempo efetivo que demora do AC até à recepção da IE. Dos horários estipulados para o serviço de transporte, estipula-se em média 5 minutos para o transporte;

5. Material entregue à recepção da IE: é o intervalo de tempo em que o material é deixado na recepção da IE até ao momento que a área LG faz a sua recolha;

6. Fecho da requisição pela área LG: é o tempo que decorre entre a recolha na recepção da IE por parte da área LG até ao seu fecho no sistema, significando que foi finalmente entregue ao TMA que efetuiu o pedido de material no sistema informático.

Os dados de suporte informático apenas têm informação sobre as etapas 1 (requisição em espera no sistema), 2 (atendimento da requisição no AC) e 6 (fecho da requisição pela

LG), sendo que as etapas 3 (material em espera para distribuição) e 4 (serviço de transporte) podem ser estimadas, pois o serviço de transporte tem horários definidos. Na análise direta aos dados retirados do suporte informático COMET teve-se em conta as etapas 2 e 6 e, considerou-se cinco dias úteis de trabalho, e requisições com tempo máximo total (atendimento, transporte e fecho na LG) de 100 horas, aproximadamente 4 dias úteis.

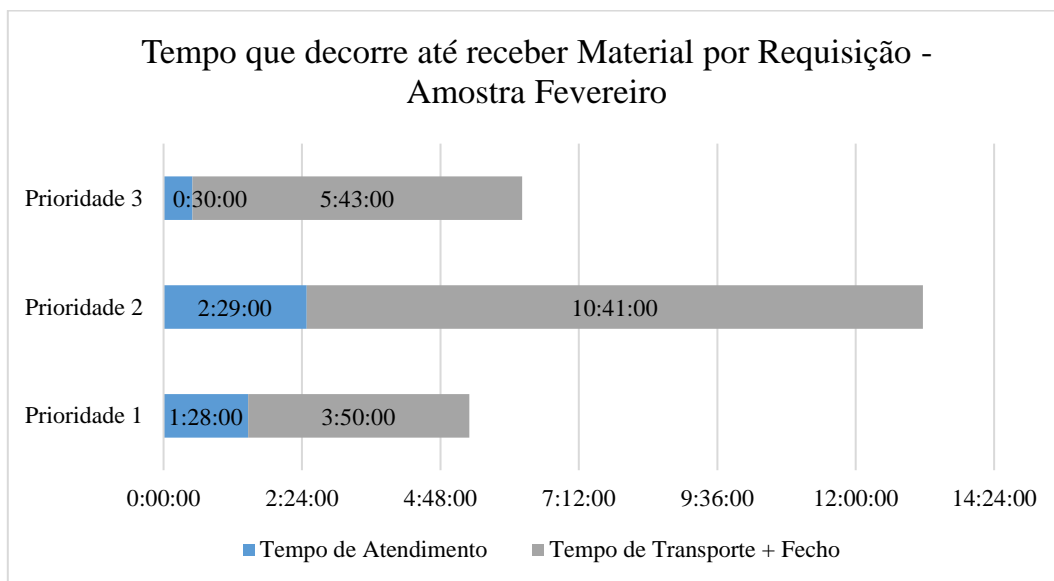


Figura 29: Representação Gráfica do Tempo que Demora o Material a chegar do AC à IE

Depois de tratados os dados, concluiu-se que em média uma prioridade 2 demora cerca de 13 horas a ser entregue ao TMA, sendo que 80% do tempo total diz respeito ao transporte e ao processamento da requisição na área LG (tarefa 4, 5 e 6 da figura 28). Contudo, os dados obtidos pelo COMET revelaram-se insuficientes para a análise pretendida, pois não há distinção entre o modo com o material é enviado e também não há um registo da hora a que o material sai do AC e da hora a que chega á receção da IE, efetivamente.

De forma a colmatar as informações dos dados informáticos do COMET, procedeu-se a uma nova análise por observação no AC e na receção da IE, durante 5 dias para cada área no horário de expediente, para registar a hora a que o serviço de transporte inicia a distribuição, a hora de chegada à IE e a hora em que a LG recolhe o material da receção da IE. Os dados obtidos por observação foram posteriormente cruzados com dados retirados do COMET correspondentes aos dias da observação e com os horários do

serviço de transporte. A figura 30 traduz a régua do tempo do processo que se pretende analisar para o AC e para a oficina IE.

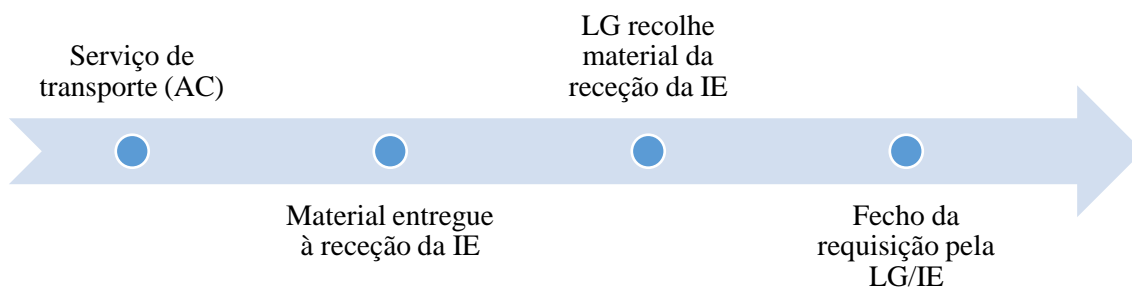


Figura 30: Esquema Temporal do Processo entre o AC e a IE

Da análise realizada por observação no AC, as etapas em que se conhece o tempo efetivo a que acontecem são a primeira (serviço de transporte) e a última (fecho da requisição pela LG/IE): a primeira por observação e registo manual e a última por estar contida nos dados de suporte informático, as restantes foram obtidas por estimativa. Assim, da primeira à segunda etapa o tempo médio é de 12 minutos e entre a segunda e a terceira o tempo estimado é em média 03:35 horas, sendo que a etapa em que a LG recolhe o material foi impossível de registar, nesta fase.

Por sua vez, da observação realizada na receção da IE, foi possível registar a hora da segunda (material entregue à receção da IE) e terceira etapa (LG recolhe material da receção da IE), sendo que a última está registada em suporte informático e uma estimativa tendo em conta os horários definidos do serviço de transporte para a primeira etapa. Deste modo, entre as duas primeiras etapas decorrem aproximadamente 16 minutos, entre a segunda e a terceira uma média de 48 minutos e por fim, entre as últimas duas etapas cerca de 5 minutos.

Avaliando os dados obtidos, conclui-se uma vez mais que, os dados são insuficientes para caracterizar este processo. Por observação no AC é possível registar a hora exata a que o material sai para distribuição mas não é possível registar a hora certa a que chega à receção da IE e a hora a que área LG deteta o material. Por outro lado, quando a observação é realizada na receção da IE não é possível saber a hora exata a que o material saiu do AC.

4.3.2 Distribuição

A distribuição do material por requisição é da responsabilidade da área LG. Assim, depois de o material ser conferido e de se colocar o número do termo de requisição (TR) à mão na requisição que acompanha o material, um elemento da área LG separa o material e entrega-o à subárea oficial a que se destina. Cada grupo da área oficial tem um tabuleiro próprio para recepção deste tipo de material, como se pode ver um exemplo na figura 31. O processo de distribuição também não é regido por nenhum horário nem rota. Depois da distribuição do material, o subprocesso de recepção e de distribuição do material por requisição que chega à oficina IE está concluído.



Figura 31: Identificação dos Tabuleiros de Recepção do Material por Requisição

Como o objetivo da dissertação é a otimização do circuito de recepção, distribuição e expedição do material na oficina IE, recorreu-se a uma análise por Gráfico de Pareto, de forma a perceber quais os grupos das áreas oficiais onde a entrega de material é mais frequente. Para a análise teve-se em consideração as requisições efetuadas ao longo do mês de Fevereiro. Como a cada área oficial estão alocados determinadas unidades, teve-se em consideração a distribuição por P/N, S/N e áreas oficiais, das 5.587 unidades por requisição que deram entrada no mês de Fevereiro na oficina IE.

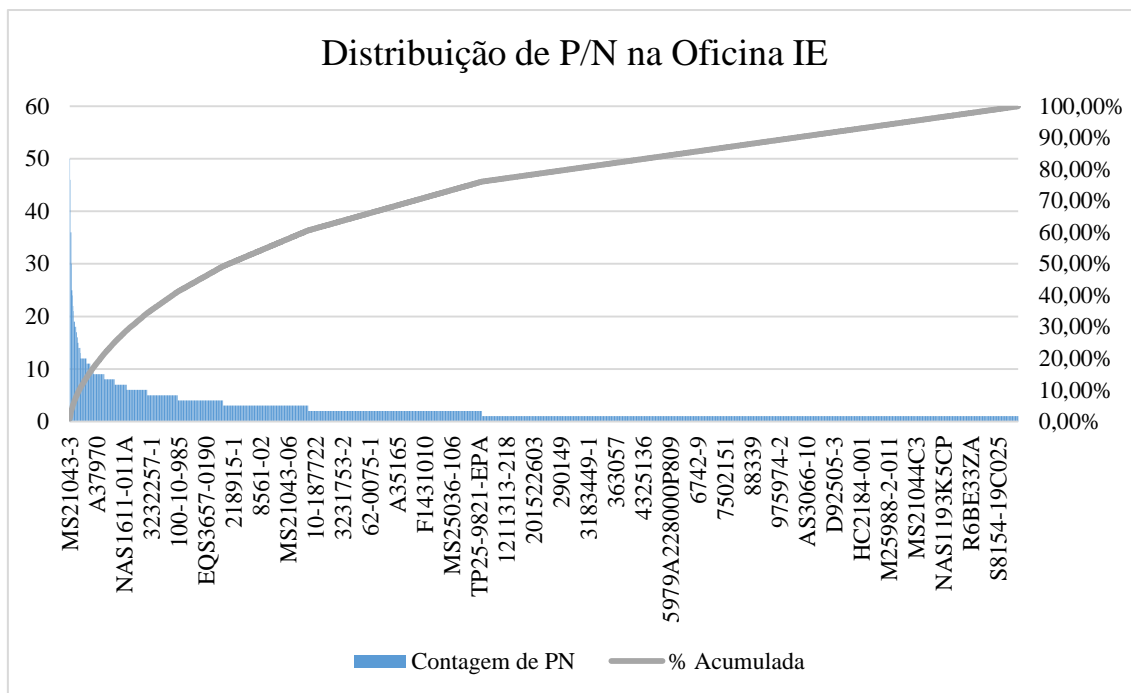


Figura 32: Gráfico de Pareto para P/N

Através da análise aos dados informáticos e pelo gráfico de Pareto, das 5.587 unidades por requisição que deram entrada na oficina IE no mês de Fevereiro, existem 2.363 P/N diferentes, em que 1.245, ou seja, 53% do total representa a percentagem acumulada, logo conclui-se que a distribuição de P/N na IE é uniforme, não se destacando nenhum P/N em particular. O P/N com maior visibilidade é o MS21043-3, com uma contagem de 50 unidades.

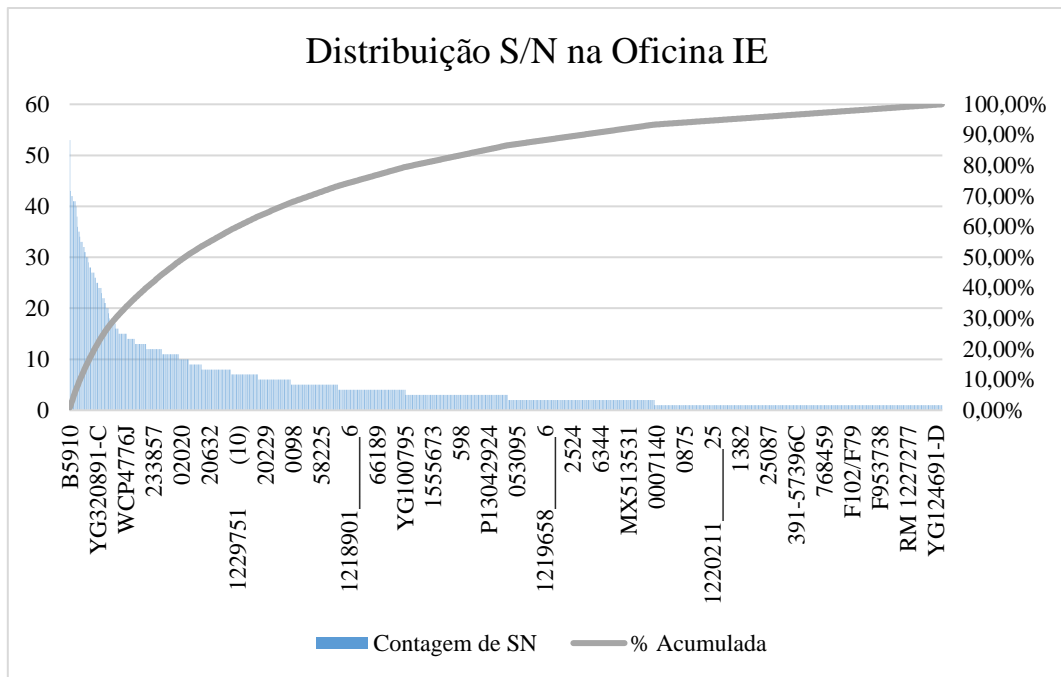


Figura 33: Gráfico de Pareto para S/N

Após tratamento do resultado obtido pelo gráfico de Pareto respeitante à distribuição dos S/N das unidades que deram entrada na oficina IE no mês de Fevereiro, conclui-se que dos 1.125 S/N, 40% destes têm expressão na distribuição do material. Revelando, a par da análise elaborada para os P/N, que estes têm uma distribuição uniforme pelas diferentes áreas oficinais, sendo que o S/N mais requisitado tem uma contagem de 53 unidades.

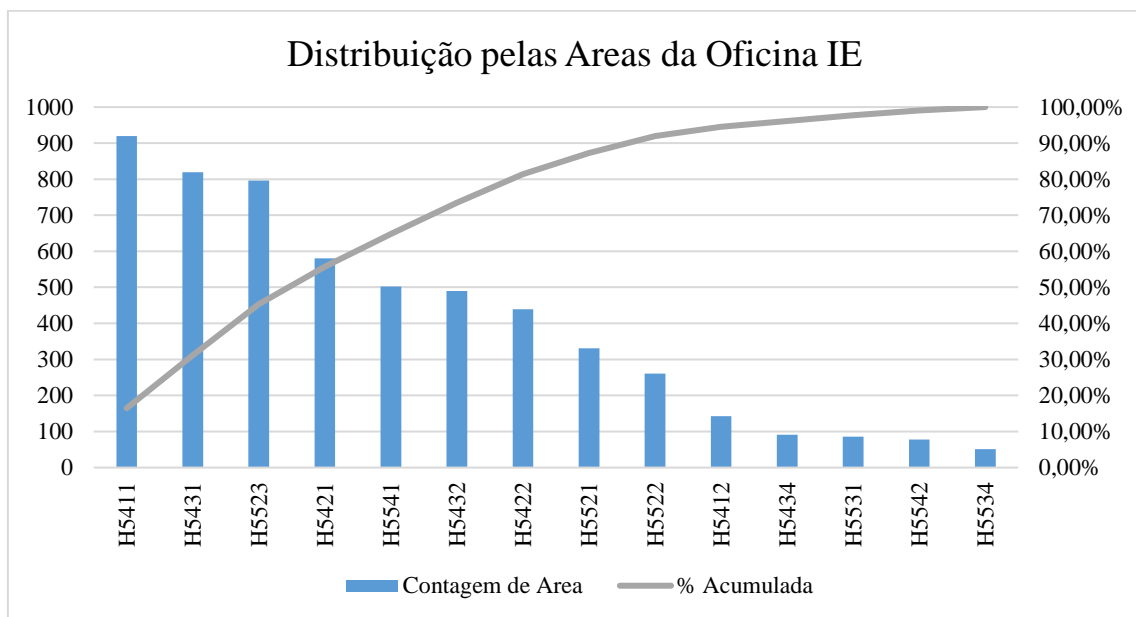


Figura 34: Gráfico de Pareto para áreas

Por último, como cada P/N e S/N está alocado a uma determinada área oficial, efetuou-se uma análise por gráfico de Pareto às diversas áreas da oficina IE, resultando que as seis primeiras áreas apresentadas (43%) são as que mais material recebem, uma vez que no mês de Fevereiro foram entregues 920, 819, 796, 580, 502 e 490 materiais por requisição, respetivamente, num total de 5.587 materiais.

4.4 Material *Panasonic*

O material *Panasonic* apresenta características diferentes dos restantes materiais anteriormente descritos, podem ser rotáveis ou consumos, sempre acompanhados da etiqueta rotável ou do interoficina, respetivamente.

Recorreu-se à análise por meio do VSM, para descrever todas as tarefas realizadas nos subprocessos de receção, distribuição e recolha e expedição deste tipo de material. O tratamento na área da receção da IE bem como a entrega dos materiais é feita por lotes de 30 unidades.

Da análise feita, resulta o VSM apresentado na figura 35 em que no quadrado a cinzento consta o subprocesso de receção, no quadrado a laranja o subprocesso de distribuição e recolha e por fim no quadrado a verde o subprocesso de expedição de unidades *Panasonic*. As tarefas representadas a azul são da responsabilidade da equipa de transporte interno da IE, as tarefas a verde estão alocadas à área PC. De referir que a área PC e LP se localizam no piso zero.

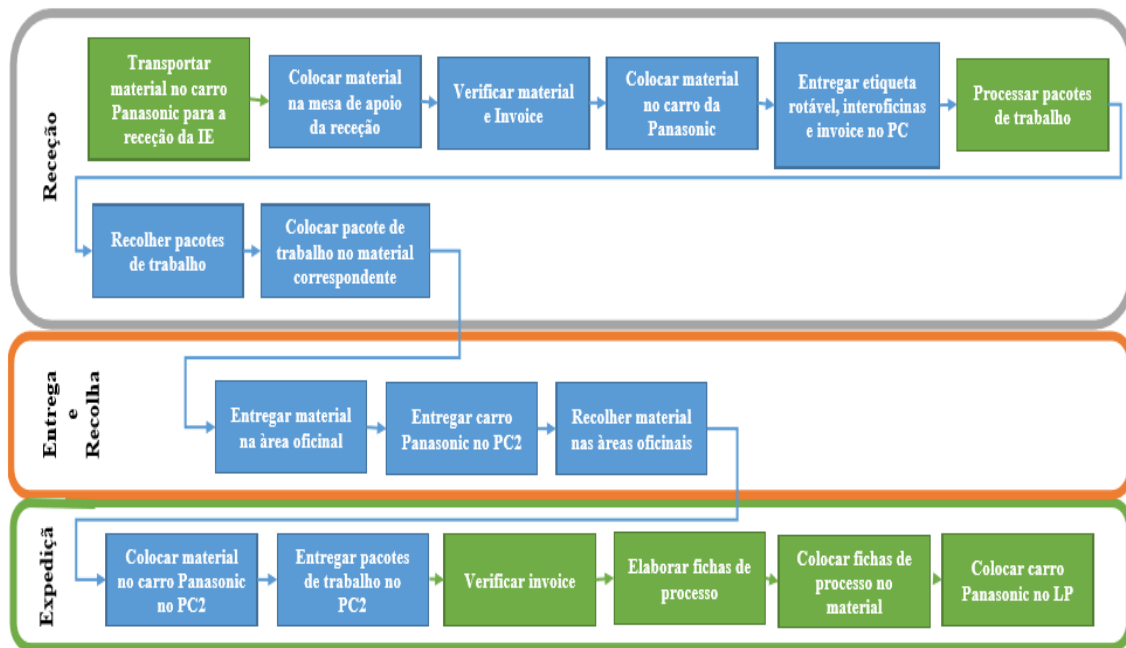


Figura 35: VSM do Material Panasonic

4.4.1 Receção

➤ Análise VSM

A entrada do material *Panasonic* na oficina IE é da responsabilidade do Laboratório da *Panasonic* (LP) que se localiza no piso zero. Quando o LP recebe material, elabora um *invoice* onde estão identificados os P/N, S/N e quantidades de todos os materiais e, posteriormente coloca-os no carro próprio de transporte para material *Panasonic* (Anexo B4) junto ao elevador, que se encontra dentro das instalações LP. De seguida o carro é transportado para a área de receção da IE no piso -1, por um elemento do PC que se desloca ao LP para se certificar se o carro já está pronto para o transporte. É de referir que esta deslocação do elemento do PC ao LP ocorre sem qualquer critério, pois não há nenhum aviso nem hora estabelecida.

A partir deste ponto, todas as tarefas que ocorrem estão descritas no VSM da figura 35. O PC desloca-se à área LP e entrega o carro na receção da IE à equipa de transporte interno que confere todos os materiais com o *invoice*. Depois do conteúdo do carro ser todo conferido, as etiquetas rotáveis, os interoficinas e o *invoice* são entregues ao PC que elabora os pacotes de trabalho para cada unidade.

O tratamento do material *Panasonic* por parte da equipa de transporte interno ocorre apenas quando não há material rotável em espera, mais uma vez, o material rotável tem sempre prioridade de atendimento, face aos restantes materiais presentes na área RE/IE.

4.4.2 Distribuição e Recolha

Quando todos os materiais do lote já têm o pacote de trabalho correspondente, a distribuição tem início pelas diferentes áreas oficinais, que no caso *Panasonic* se encontram todas no piso 1 da oficina IE. A equipa de transporte interno transporta o carro da *Panasonic* até ao primeiro piso e distribui o material pelas oficinas Rádio (RA e IEF). Após a entrega do material, o carro da *Panasonic* é entregue na sala de PC2, pela equipa de transporte interno da IE.

4.4.3 Expedição

O subprocesso de expedição do material *Panasonic*, ao contrário do que ocorre com o restante material, tem lugar na área PC2. Após a recolha a equipa de transporte interno entrega os pacotes de trabalho e os materiais no PC2 onde há uma nova conferência do material e do *invoice*, são criadas as fichas de trabalho pelo PC e por fim, dá-se a entrega do carro da *Panasonic* à área LP.

4.5 Oportunidades de Melhoria

Esta secção apresenta as principais oportunidades de melhoria com base no diagnóstico anteriormente descrito. Recorreu-se a ferramentas *Lean*, como o VSM e o Diagrama de *Spaghetti* e ainda a informação recolhida por observação e por análise a dados de suporte informático para caracterizar o circuito de receção, distribuição e expedição para todos os tipos de materiais aos quais a oficina IE presta apoio.

Através das várias análises apresentadas é possível identificar três tipos de tarefas ao longo do processo:

1. Tarefa de valor não acrescentado;
2. Tarefa que não acrescenta valor, mas que não pode ser evitada;
3. Tarefa que acrescenta valor.

As tarefas de valor não acrescentado na cultura *Lean* são consideradas, desperdícios e representam tarefas que o consumidor final não está disposto a pagar.

Assim, da análise aos resultados obtidos, apresentam-se as principais oportunidades de melhoria:

- Melhoria de *layout* e equipamentos da área R/E da oficina IE

Através da aproximação das estruturas e de um novo conceito de receção e expedição do material é possível diminuir o número de movimentações tanto do material como de pessoas;

- Padronizar o procedimento para unidades rotáveis e unidades consumo

Pretende-se que o tratamento destes materiais seja igual, e que sejam processados assim que entram na receção e na expedição, diminuindo as filas de espera;

- Alterar procedimento à receção e expedição do material *Panasonic*

Através da alteração de tarefas e da alocação das mesmas, é possível diminuir as movimentações bem como o transporte do material;

- Alterar procedimento à receção e distribuição do material por requisição

Este material é da inteira responsabilidade da área LG, e como existe uma equipa de transporte interno, pretende-se que seja essa mesma equipa a distribuir o material;

- Estabelecer circuito de distribuição e recolha de todos os materiais

Implementação de rotas e horários para a distribuição e recolha de materiais: *mizusumashi*;

- Redefinir tarefas da equipa de transporte interno

Ao longo do processo existem tarefas que devem passar a ser da responsabilidade da equipa de transporte interno, uma vez que são efetivamente transporte de materiais ou de documentação;

- Criação de parâmetros para entrega e recolha de pacotes de trabalho

Surge a necessidade de criar parâmetros para a entrega de pacotes de trabalho, de forma a diminuir as filas de espera, tanto na área RE/IE como no PC.

Capítulo 5

Propostas de Melhoria

Este capítulo pretende dar a conhecer as propostas de melhoria que surgiram após a análise a todo o processo de transporte interno da oficina IE, com o auxílio das ferramentas *Lean*. Todas as sugestões de melhoria apresentadas surgiram através do acompanhamento presencial realizado ao longo de todo o caso de estudo, quer por via de observação quer por troca de ideias com os demais intervenientes.

Estas propostas têm por objetivo organizar e otimizar o serviço de transporte presente na oficina IE.

5.1 Serviço de Transporte

Propõe-se a alteração ao modo como o serviço de transporte faz chegar o material rotável à receção e como o recolhe da expedição da oficina IE.

Como descrito no ponto 4.1.1 o serviço de transporte entrega o material rotável na área de receção da oficina IE por meio de uma zorra, duas vezes ao dia. O conteúdo desta zorra depende essencialmente, da acumulação de material feito por parte dos TAMs do AC até há hora de saída da zorra. O facto de o material chegar apenas duas vezes ao dia, resulta na criação de filas de espera do material na área de receção da IE, contribuindo para um aumento do tempo em que o material permanece na área de receção à espera do respetivo pacote de trabalho.

Quanto ao processo de expedição, o serviço de transporte repete o mesmo método, recolhe o material em zorra duas vezes ao dia e uma vez mais, o que significa filas de espera do material a expedir.

De referir que todas as unidades rotáveis que são transportadas das áreas oficinais para a expedição da IE, são deixadas em espera na mesa de apoio para embalamento. O processo de embalamento e de colocação na zorra correspondente, só acontece quando a hora de recolha das zorras por parte do serviço de transporte se aproxima resultando, uma vez mais em filas de espera.

Do diagnóstico observou-se que, o fato do serviço de transporte apenas entregar e recolher material rotável na RE/IE duas vezes ao dia, resulta em filas de espera, diminuindo o ritmo de trabalho e como têm sempre prioridade, todas as restantes tarefas só são concluídas depois dos rotáveis estarem completamente tratados, resultando num aumento de tempo de espera por parte dos restantes materiais e tarefas.

Para colmatar este problema, sugere-se que a entrega e recolha do material ocorra ao longo do dia, no horário definido, entre as 08:25 e as 15:40 e que a zorra seja utilizada apenas para os materiais de grandes dimensões e elevado peso.

Com este novo método de entrega de material rotável, a acumulação que se verifica atualmente no AC, e também na RE/IE é reduzida significativamente, pois durante o horário de expediente há sempre circulação do material. Com esta melhoria, as filas de espera serão reduzidas e conseqüentemente o tempo de espera também. Como a receção de rotáveis é prioritária, o número de tarefas interrompidas é bastante alto, com a adoção desta medida prevê-se que este número diminua, pois há uma maior fluidez e ritmo no processo.

5.2 Equipa de Transporte Interno

A equipa de transporte interno da oficina IE é composta por dois colaboradores, que a cada semana têm um piso alocado para o transporte de material, sendo que o transporte no piso -1 é partilhado pelos dois e com horário laboral entre as 07:30 e as 16:00 horas. Atualmente os três subprocessos de receção, transporte e expedição de material são partilhados pelos dois colaboradores, ou seja, sempre que é necessário rececionar material o subprocesso de expedição bem como o de transporte estão em modo *stand-by*, originando filas de espera dos materiais a expedir e conseqüentemente contribuindo para um aumento do tempo de espera. Além disso, verifica-se que quando ocorre a distribuição ou recolha de material, a área de RE/IE fica sem a presença de colaboradores.

A proposta que aqui se apresenta pretende diminuir as filas de espera criadas nos subprocessos, o tempo de espera em que os materiais estão parados nas respetivas prateleiras da RE/IE e ainda pretende a presença permanente de um colaborador na RE/IE. De forma a cumprir os objetivos descritos, propõe-se uma nova abordagem à alocação de tarefas aos colaboradores: propõe-se que a tarefa de distribuição e recolha de material nos três pisos da oficina IE, fique alocada apenas a um colaborador e as tarefas de receção e

expedição, sejam da responsabilidade do segundo colaborador. Esta alocação de tarefas terá uma rotatividade de dois em dois dias úteis, como demonstra o exemplo da tabela 4.

Tabela 4: Exemplo de Horário Rotativo

Tarefa/ Dia Semana	2ªFeira	3ªFeira	4ªFeira	5ªFeira	6ªFeira
Receção / Expedição	X	X			X
Distribuição / Recolha			X	X	

5.3 Tratamento de Material Rotável e Consumo

Na área de RE/IE são rececionados materiais rotáveis e materiais consumo, que se fazem chegar através do serviço de transporte com horários diferentes para cada tipo de material. Na área de RE/IE, o material que tem sempre prioridade de tratamento é o rotável, contribuindo para um aumento significativo do número de material consumo presente na receção da IE, que pode atingir dias, como observado na figura 36 e conseqüentemente num aumento de tempo de espera por parte do TMA deste mesmo material.



Figura 36: Acumulação de Material na Mesa de Apoio ao Consumo

Esta diferenciação no atendimento do material, é um critério interno da oficina IE por parte da área PC, uma vez que os rotáveis são unidades que, depois de concluídas as tarefas de manutenção e de estarem devidamente certificados têm de garantir a presença de um *stock* mínimo em armazém e tendo prioridade perante os restantes materiais,

diminui-se ou contribui-se para que o tempo de paragem da aeronave não passe para além do programado, aquando da sua substituição.

Para situações em que o material é considerado urgente, ainda antes do rotável ou consumo dar entrada na receção da IE, já a área PC está informada e normalmente encarrega-se diretamente de todo o processo que diz respeito a esse material.

Do observado, conclui-se que o critério de prioridade estabelecido não satisfaz o funcionamento da RE/IE, pois não permite que os rotáveis e os consumos cheguem rapidamente às áreas oficinais.

Para evitar a acumulação desnecessária das unidades consumo, é proposto que o tratamento entre rotável e consumo seja igual: quando chegam à receção da IE são atendidos por ordem de chegada, diminuindo o tempo e as filas de espera. Todo o restante processo mantém-se igual, todas as etiquetas rotáveis e todos os interoficinas são entregues na área PC, que posteriormente criam os pacotes de trabalho.

5.4 Material *Panasonic*

A proposta que visa uma otimização para o processo de receção, distribuição e expedição do material *Panasonic* faz-se representar na figura 37. A reorganização da distribuição de tarefas, a alteração ao percurso realizado pelo material no ato da receção e a criação de uma nova área de receção e expedição no laboratório da *Panasonic* (RE/LP), são medidas que permitem diminuir o número de movimentações de colaboradores e de material, apresentando um ganho temporal e qualitativo.

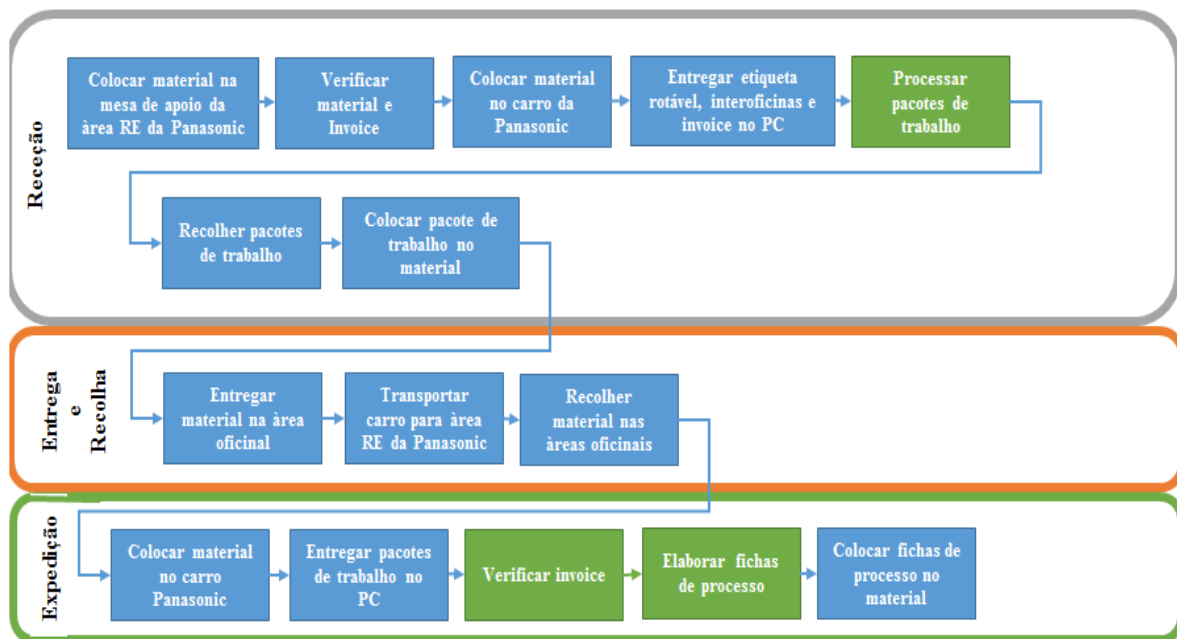


Figura 37: VSM Proposto para Material Panasonic

Como descrito no ponto 4.4 o material é atualmente rececionado na área LP, posteriormente é transportado no carro dedicado em exclusivo ao transporte de material *Panasonic* pela área PC para a RE/IE e por fim, depois de devidamente conferido, é entregue nas respetivas áreas oficiais pela equipa de transporte interno da IE. Quando concluído o subprocesso de distribuição descrito no VSM da figura 35, o carro é entregue na área PC2 (figura 10) pela equipa de transporte interno e todas as unidades quando certificadas são colocadas no mesmo.

Com a criação da área RE/LP, pretende-se que todo o processo de receção e expedição ocorra nesta área. Primeiramente o material é conferido pela equipa de transporte, é entregue nas áreas oficiais no carro próprio que é posteriormente entregue na área RE/LP, deixando de estar na área PC2. Por fim, a verificação das unidades já certificadas e prontas para expedição, continua a ser da responsabilidade do PC, mas passa a ser feito na nova área criada, RE/LP.

Adotando estas medidas é possível reduzir as deslocações de colaboradores e do material entre o LP e a RE/IE, que é realizada pelo PC e que não acrescenta qualquer valor ao processo, bem como a diminuição das interrupções de tarefas que são efetivamente da responsabilidade do PC.

Na figura 38 é possível observar a localização deste novo espaço.

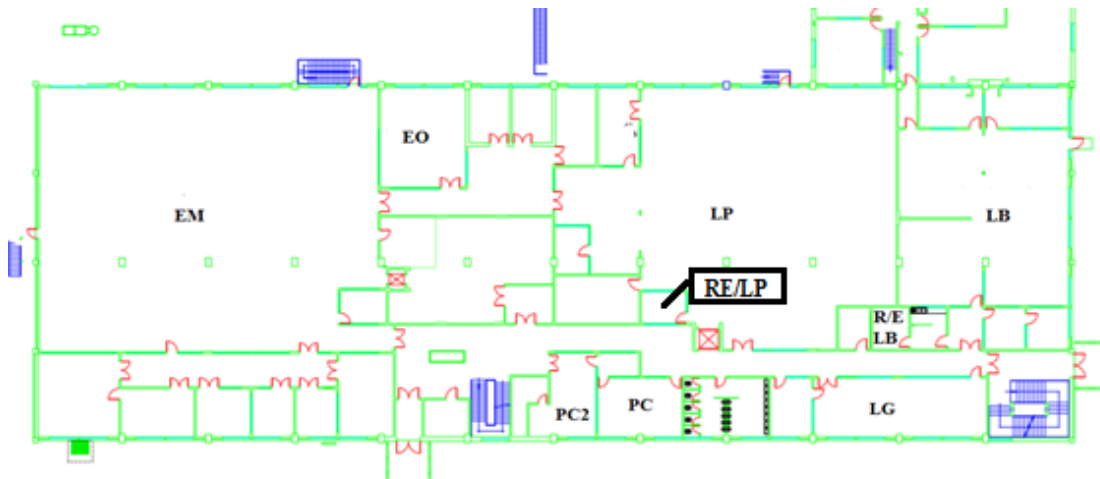


Figura 38: Localização da Área RE/LP

5.5 Material por Requisição

A figura 39 representa a proposta de alteração ao processo de receção e distribuição dos materiais por requisição descrito no subcapítulo 4.3. As tarefas representadas a azul são da responsabilidade da equipa de transporte interno e as representadas a laranja estão alocadas à área LG.

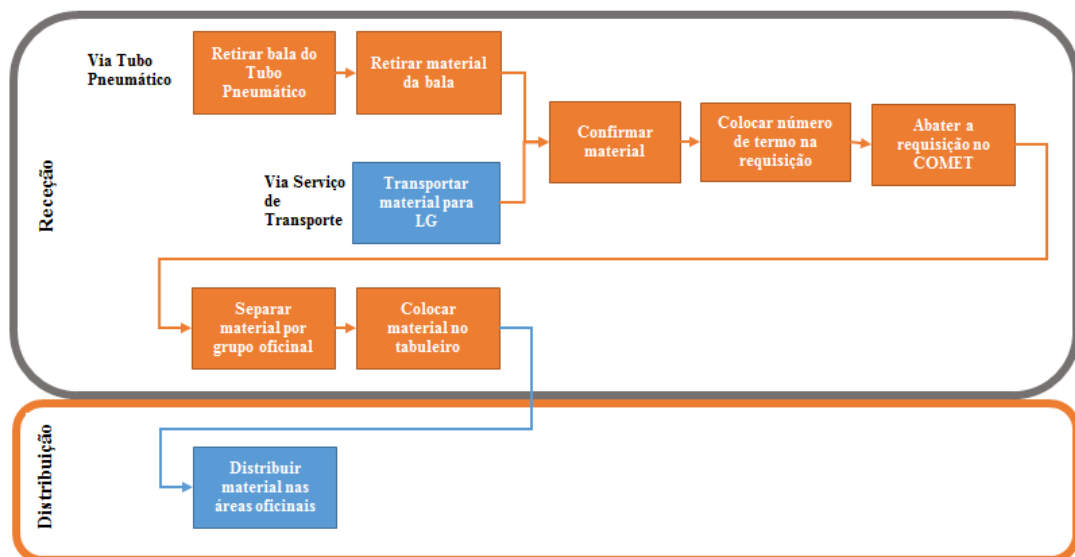


Figura 39: VSM Proposto para Material por Requisição

Neste novo procedimento, aloca-se à equipa de transporte interno duas tarefas que anteriormente eram da responsabilidade da área LG:

- Transporte de material para LG: a tarefa é executada sempre que o material por requisição for entregue na área de receção da oficina IE pelo serviço de transporte. Esta passagem de responsabilidade de tarefa para a equipa de transporte interno, pretende

diminuir o intervalo de tempo que decorre desde que o material é entregue na receção da IE até que um colaborador da LG o vá buscar para dar entrada em sistema e assim fazer chegar o material ao TMA no menor tempo possível;

- Distribuição de material nas áreas oficinais: a tarefa de distribuição de material por requisição atualmente é realizada por um colaborador da LG, o que implica que esse mesmo colaborador interrompa tarefas para efetuar a distribuição do material. De forma a reduzir o número de tarefas interrompidas, pretende-se que este processo passe a ser da responsabilidade da equipa de transporte, já que é responsável por toda a distribuição e recolha de material na oficina IE.

Ainda neste novo procedimento pretende-se que a área LG separe todo o material e o coloque num tabuleiro correspondente ao grupo oficial ainda na área LG, ao contrário do que acontece no processo atual. Assim que o material está colocado no respetivo tabuleiro, a equipa de transporte interno inicia a tarefa de distribuição.

Todas estas alterações ao processo pretendem diminuir o tempo em que o material está em espera na área da receção e ao mesmo tempo diminuir o tempo de espera do TMA pelo material. A transferência da tarefa de entrega do material da área LG para a equipa de transporte interno da IE pretende apenas, que todas as tarefas de transporte sejam da responsabilidade da equipa de transporte e assim reduzir o número de tarefas interrompidas por parte, neste caso, da área LG.

5.6 Gestão Visual

A ferramenta de gestão visual permite de uma forma rápida e directa a identificação de uma determinada situação. Ao longo do trabalho efetuado na oficina IE, identificou-se situações onde esta ferramenta poderia ser utilizada:

- Identificação de documentação: cada material, seja rotável, consumo, por requisição ou *Panasonic* faz-se acompanhar de documentação que é colocada numa bolsa transparente, sem qualquer identificação do tipo de material e da capacidade interna ou externa de manutenção, como se pode verificar na figura 40. Esta situação por vezes, leva a que haja uma troca de bolsas entre materiais que conseqüentemente são transportados para as áreas oficinais erradas. De forma a evitar esta situação recomenda-se a utilização de bolsas com diferentes cores para distinguir visualmente material *Panasonic*, material rotável e material consumo. Ainda a cada tipo de material a associação à manutenção: externa ou interna, através de um autocolante.

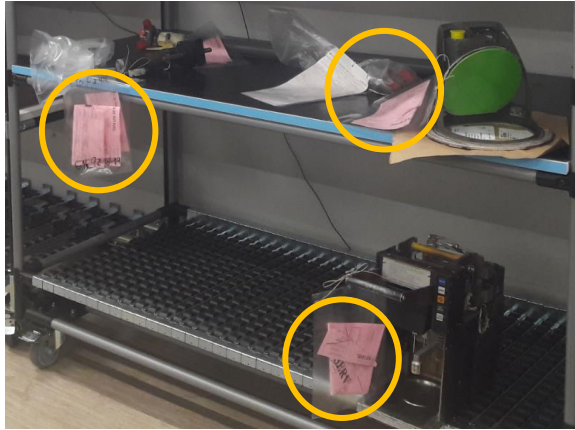


Figura 40: Bolsas Dedicadas à Colocação da Documentação do Material

- Colocação de sinalética de presença de material: na sequência da proposta apresentada ao material *Panasonic* e material por requisição, sugere-se a colocação de sinalética como, uma bandeira ou sinal luminoso à porta das áreas LP e LG respectivamente, que permita à equipa de transporte interno da oficina IE identificar de forma fácil e rápida a presença de material pronto para distribuição, contribuindo para a diminuição do tempo de espera do material por parte do TMA.



Figura 41: Exemplo de Sinalética de Gestão Visual

- Tabuleiros coloridos: relativamente à sugestão apresentada no ponto 5.5, para que a separação do material na área LG e distribuição do mesmo pela equipa de transporte interno ocorra sem qualquer troca aconselha-se, a utilização de tabuleiros com cores associadas a cada grupo oficial.

5.7 Padronização das Zonas de Receção e Expedição dos Grupos

Oficinais

Do diagnóstico foi possível observar que todos os grupos das áreas oficiais têm uma zona própria para receção dos materiais, mas a zona de expedição é comum a todos os grupos, e está localizada junto à porta de cada área oficial.

Por vezes, na tarefa de distribuição e recolha de material, por existirem zonas diferentes em locais diferentes e com pouca visibilidade, os materiais ficam por entregar ou por recolher, aumentando o tempo de espera por parte dos TMA, como o tempo de processo dos materiais.

Assim sendo, pretende-se que todos os grupos mantenham as zonas de receção e que ao lado destas se criem as zonas dedicadas à expedição dos mesmos.

Esta medida também contribui para diminuir o número de deslocações que os TMA fazem, para colocarem o material na zona de expedição e conseqüentemente aumentar o tempo disponível de trabalho.

5.8 Implementação do *Mizusumashi*

Do acompanhamento em campo e da análise aos Diagramas de *Spaghetti* do subprocesso de distribuição e recolha de material foi possível concluir rapidamente que este se fazia sem qualquer padronização, sem horários, rotas e pontos de paragem definidos. Este sistema que se encontra em funcionamento permite um aumento no tempo de espera dos materiais e distâncias percorridas desnecessárias. Sugere-se a implementação do *mizusumashi*, um sistema de entrega de material com rotas e duração das mesmas e a criação de um horário definido para o transporte e recolha do material, por parte da equipa de transporte interno.

Numa fase inicial, e recorrendo às análises *Spaghetti* apresentadas nas figuras 19 e 20, propõe-se as seguintes rotas para o piso 0 e 1, já com zonas de receção e expedição em cada grupo das áreas oficiais:

- Piso 0

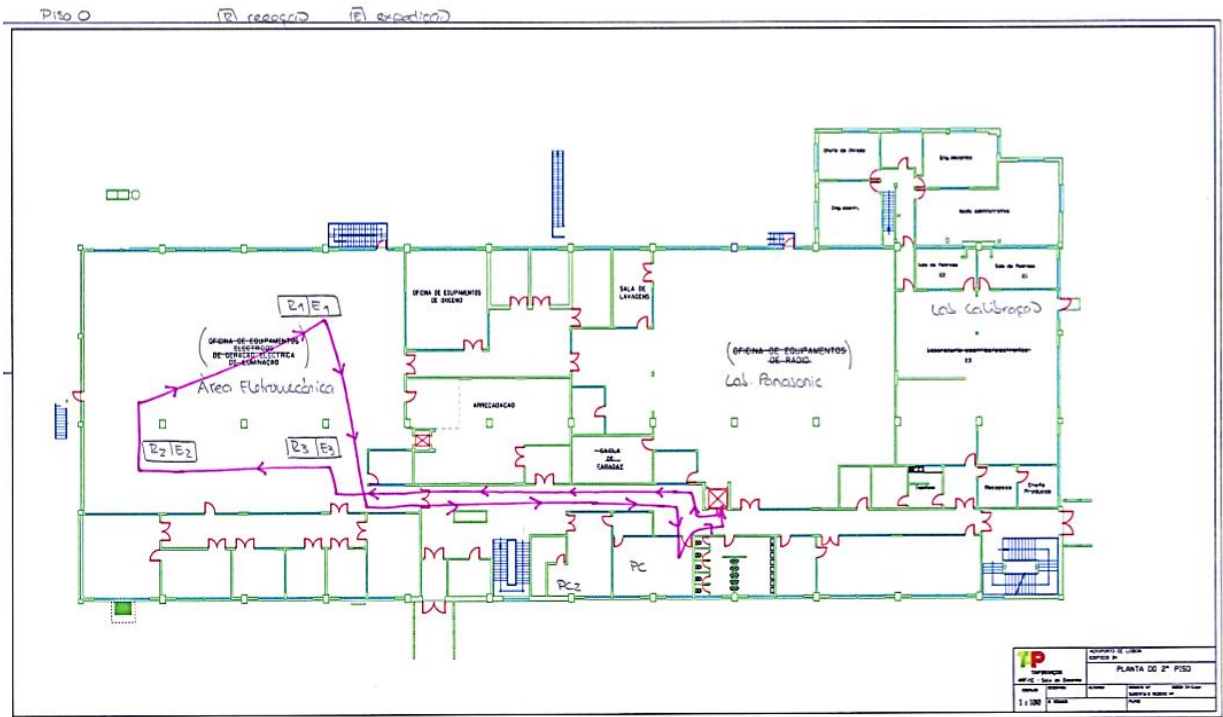


Figura 42: Proposta de Rota Piso 0 através do Mizumashi

- Piso 1

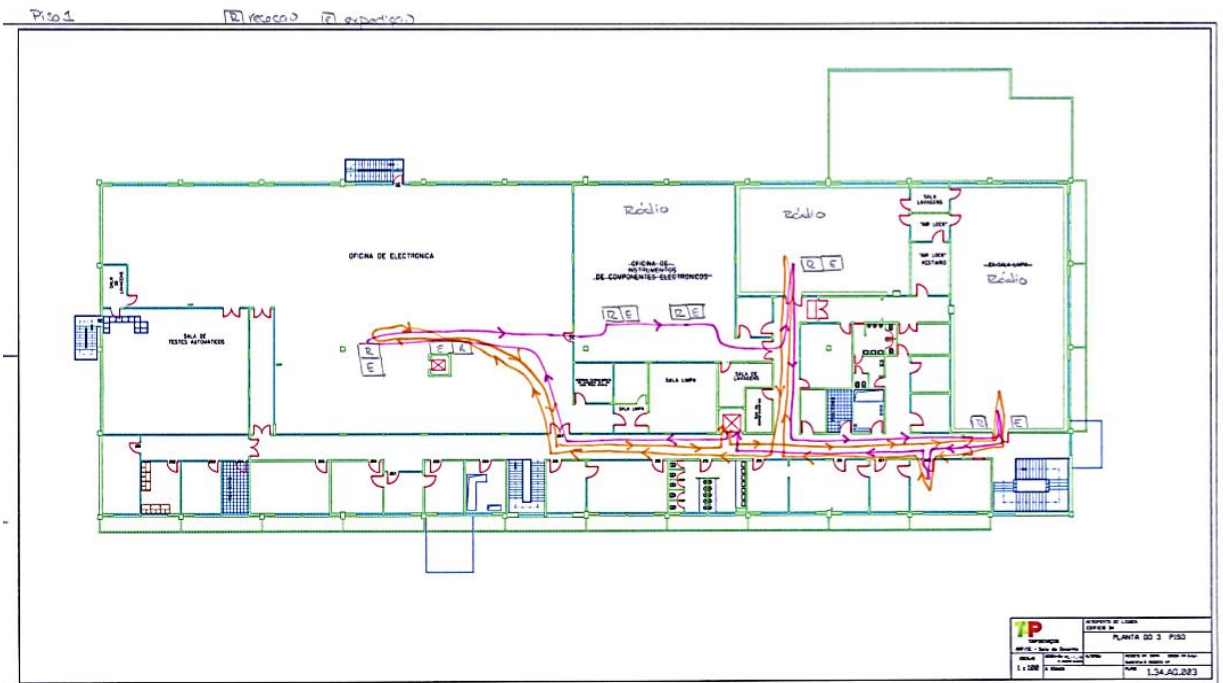


Figura 43: Proposta de Rota Piso 1 através do Mizumashi

Para o piso 1 são sugeridas duas rotas, porque até ao momento da escrita da dissertação não foi possível obter resposta quanto à possibilidade de aumentar a área da porta que se encontra entre a área oficial EL e a área oficial RA, na planta assinalada como SE. Para tal, em toda a descrição as duas rotas são tidas em consideração. Desta forma, se for possível alterar as dimensões da porta, a rota a implementar será a rota 1, representada a cor de rosa na figura 43, caso contrário adota-se a rota 2 representada a cor de laranja.

Na tabela 5, compara-se as distâncias percorridas com rotas definidas e sem rotas definidas para os três pisos.

Tabela 5- Comparação entre distâncias percorridas com e sem rotas

Piso	-1	0	1
Distância Média Percorrida (metro/rota)	40	147	198
Distância Media Percorrida com	40	165	168 (rota 1)
<i>Mizusumashi</i> (metro/rota)			190 (rota 2)

Para o piso 0 a distância percorrida aumenta cerca de 11%, que é justificado pela criação das zonas de receção e expedição em cada grupo oficial. Embora haja um aumento, o valor não tem grande impacto no tempo total da rota, pelo que o ganho neste caso é considerado qualitativo, ou seja, a probabilidade de algum material ficar por entregar ou recolher é diminuída significativamente.

Na avaliação às rotas criadas no piso 1, as distâncias diminuem cerca de 16% e 4% respetivamente. A redução verificada não é significativa, uma vez mais, no domínio do tempo, isto é, a duração da rota e a distância percorrida são sensivelmente as mesmas, tal como referido para o piso 0, o ganho tem significado em termos de qualidade de serviço. A grande vantagem da definição das rotas, para este caso, está na criação de fluidez e ritmo ao subprocesso da distribuição e recolha de material. Assim, o material é entregue à hora certa e no local exato, o TMA apenas tem de efetuar as tarefas de manutenção, sem que para isso tenha de se deslocar.

Numa segunda fase, propõe-se um horário para o transporte dos materiais na oficina IE, com base nos horários de funcionamento do serviço de transporte e da equipa de transporte interno da IE. Este horário deverá ser ajustado ao longo da fase de testes de implementação:

Tabela 6- Proposta de horários para transporte de material

Hora	08:00	09:15	10:30	11:30	Almoço	13:30	14:30	15:35
Piso	-1; 0 ; 1	0 ; 1	0 ; 1	-1; 0 ; 1	Almoço	0 ; 1	0 ; 1	-1;0 ; 1

Ao longo do dia prevê-se 7 voltas de distribuição e recolha do material, com duração máxima de 25 minutos. A duração de cada volta foi definida com base nos dados recolhidos na fase de diagnóstico, em que cada volta por piso dura em média 10 minutos, sendo que se propõe que cada volta englobe o piso -1, 0 e o piso 1. O intervalo de tempo que decorre desde que a volta acaba até começar uma nova volta, é dedicado a tarefas que sejam necessárias realizar, como: ajudar o elemento que se encontra na área RE/IE, recolher e despejar a sucata das várias áreas oficinais, entrega de instrumentos de calibração no LB e ainda o tratamento do material *Panasonic*. Por sua vez, o material por requisição sempre que esteja disponível para entrega deve ser integrado na rota do mizumashi, caso contrário, deve ser entregue sempre que possível pela equipa de transporte interno da IE.

Quanto à sucata que se encontra em cada área oficial acomodada em caixotes próprios, como é possível observar na figura 44, sugere-se que esta seja despejada nos respectivos contentores uma vez por semana, em horário e dia a definir.



Figura 44: Caixotes Dedicados à Colocação da Sucata

A entrega dos instrumentos de calibração que se encontram nas várias áreas oficinais deverão ser entregues na área LB todas as 2^afeiras, em horário a definir.

5.9 Alteração do *Layout* da Área RE da IE

A área de RE/IE apesar de recentemente ter sido alvo da aplicação da ferramenta 5S, é uma área onde ainda, existem várias oportunidades de melhoria que influenciam diretamente a receção e a expedição dos materiais bem como a movimentação dos colaboradores.

Com a elaboração dos VSM para cada tipo de material e as análises de *Spaghetti* realizadas nesta área, foram identificadas tarefas que não acrescentam valor ao processo e que por isso devem ser eliminadas.

Apresentam-se duas propostas de alteração do *layout* da RE/IE: a primeira baseia-se no atual funcionamento da RE/IE e a segunda apresenta um novo conceito de funcionamento.

➤ 1ªProposta

A primeira proposta, como referido no parágrafo anterior, tem em consideração o atual funcionamento da área RE/IE e o modelo de entrega e receção do serviço de transporte, em que o material rotável é entregue e recolhido duas vezes ao dia, numa zorra e o material consumo entregue várias vezes ao longo do dia de expediente.

- Receção

Para a receção de rotáveis propõe-se a substituição das atuais prateleiras por 6 prateleiras independentes e com rodas, em que as cinco primeiras correspondem a cada dia da semana e a sexta é dedicada única e exclusivamente ao material que ao fim de uma semana de trabalho não foi entregue à respetiva área oficial. Este novo sistema, que funciona como uma régua do tempo, permitirá identificar de forma clara os materiais e o tempo que um pacote de trabalho leva a ser processado.

No caso da receção do material consumo, sugere-se a eliminação da mesa de apoio “consumo para processar” uma vez que é utilizada, na maior parte das vezes, para acumular o material e ainda propõe-se a substituição da prateleira “Receção de material”, onde o serviço de transporte coloca o material consumo, por uma prateleira adequada com 5 tabuleiros, cada um alocado a um dia da semana. Uma vez mais, esta substituição permite uma melhor visualização do trabalho correspondente a cada dia contribuindo para a diminuição das filas de espera. Permite que o serviço de transporte coloque o material por ordem de chegada e que a equipa de transporte interno da IE trabalhe sob o conceito *first in first out*.

- Expedição

Na área de expedição de material existem duas mesas de apoio para embalagem do material: uma para rotáveis e outra para consumos, que é usualmente utilizada pela área do PC quando estes embalam o material. Sugere-se a eliminação destas duas mesas, para que todos os materiais sejam embalados na mesma mesa, que passará a ser a de apoio, anteriormente dedicada apenas à receção de rotáveis.

Uma segunda proposta à área de expedição dos consumos, é a aproximação das prateleiras, onde o material aguarda o serviço de transporte, à porta de saída da área RE/IE. Esta medida facilitará o trabalho ao serviço de transporte, uma vez que já não precisa percorrer toda a extensão da área de expedição, e além disso também fica mais próxima da mesa de apoio de embalagem, diminuindo o número de passos e movimentações por parte dos colaboradores da equipa de transporte interno da IE.

- Outras sugestões

Quando o serviço de transporte entrega a zorra à oficina IE (assinalado na figura 45 com o número 1 a vermelho), a equipa de transporte interno coloca a mesma no interior da área RE/IE (número 2 a vermelho da figura 45), no lado dedicado à receção. Assim que todas as unidades são retiradas da zorra, a equipa transporta a zorra para o lado dedicado à expedição da área (representado pelo número 3 a vermelho na figura 45) local onde permanece até hora de recolha do material por parte do serviço de transporte. Nesse momento a zorra é deslocada para o exterior da RE/IE, representado pelo ponto 4 a vermelho na figura 45. Para que estas mudanças de áreas ocorram há a necessidade de abrir duas portas da IE que dão acesso ao interior e exterior da RE/IE, como se pode ver na figura 45.

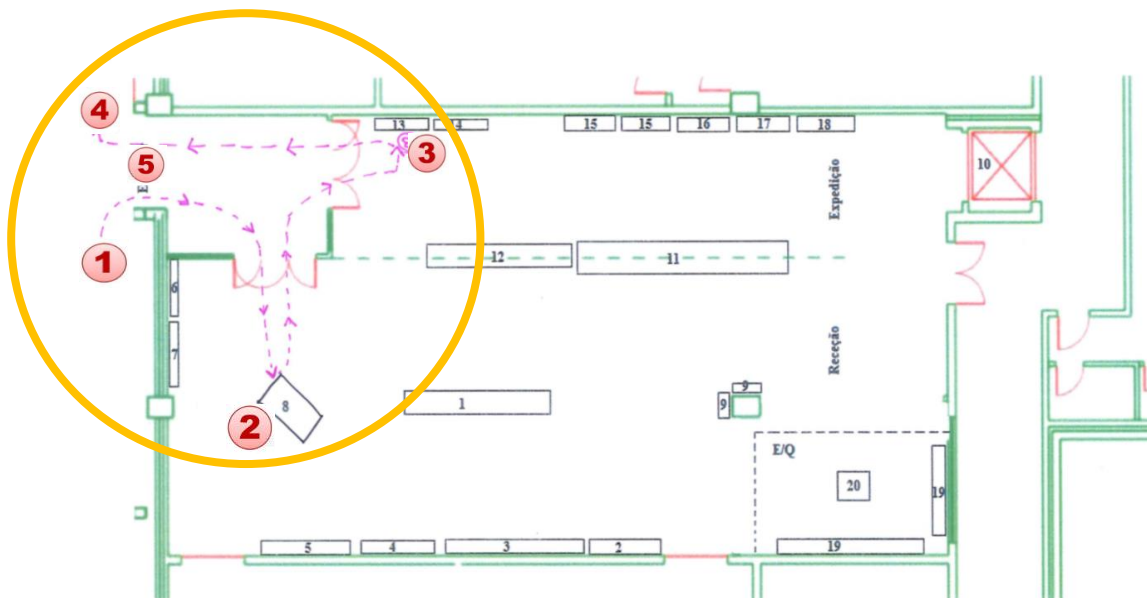


Figura 45: Percurso da Zorra na RE/IE

Para evitar todas estas movimentações de colaboradores e da zorra sugere-se a substituição das actuais portas por um portão automático a ser colocado no ponto 5 assinalado a vermelho na figura 45.

Considerando a medida acima apresentada, a segunda sugestão diz respeito à nova posição da zorra na área RE/IE. É proposto que a zorra passe a ser colocada no meio da área, onde atualmente se encontra a mesa de apoio à expedição.

Pretende-se ainda, colocar os carros de transporte o mais próximo possível da zorra, para se evitar deslocamentos desnecessários por parte dos colaboradores, uma vez que os carros estão longe das prateleiras onde o material se encontra.

A figura 46 representa o pretendido para a área RE/IE.

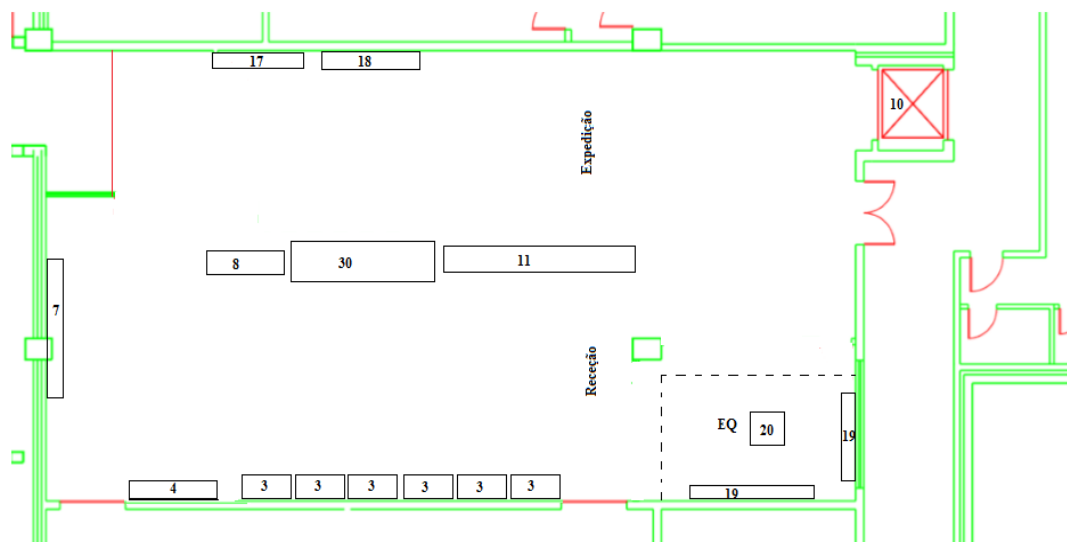


Figura 46: 1ª Proposta de Alteração do Layout da RE/IE

Legenda:

- | | |
|--|--|
| 3- Prateleiras Recepção Rotáveis | 17- Expedição de Consumos |
| 4- Recepção Material Consumos | 18- Consumo a Aguardar Nota de Encomenda |
| 7- Recepção Material/Reparação | 19- Unidades EQ |
| 8- Zorra | 20- Mesa de Apoio EQ |
| 10- Elevador | 30- Mesa de Recepção e Expedição da IE |
| 11- Prateleira de Caixas de Acondicionamento | |

➤ 2ª Proposta

A segunda proposta passa pela reconfiguração total da área de RE/IE. Tendo em consideração que o serviço de transporte entrega o material rotável ao longo do dia, às horas que estão definidas e que a equipa de transporte interno já pratica a sugestão apresentada no ponto 5.2.

Sugere-se a colocação de duas passadeiras extensíveis com roletes desde a porta exterior da RE/IE até ao seu interior, como demonstra a figura 47. Há a necessidade de serem extensíveis, pois pode haver a necessidade de uma zorra entrar na área. Uma das passadeiras servirá para receber o material deixado pelo serviço de transporte e a segunda passadeira de roletes para a expedição do interior ao exterior da RE/IE .



Figura 47: Exemplo de Passadeira com Roletes Extensível

No fim de cada passadeira é colocada uma pequena plataforma onde os materiais ficam a aguardar a receção ou a expedição. Estas duas passadeiras no interior da área RE/IE terão ponto de encontro na mesa de apoio, que servirá tanto para conferir unidades como para as embalar nos subprocessos de receção e de expedição.

A divisão que existe na área entre a receção e a expedição, manter-se-á, bem como as sugestões apresentadas na primeira proposta, no que diz respeito à substituição das prateleiras também aqui se devem implementar, à excepção da criação da prateleira para a receção de consumos, que não faz sentido existir neste novo conceito, uma vez que todos os materiais dão entrada através da passadeira com roletes e depois de conferidos são colocados na prateleira “Receção de Consumo”. A figura 48, mostra o novo *layout* pretendido.

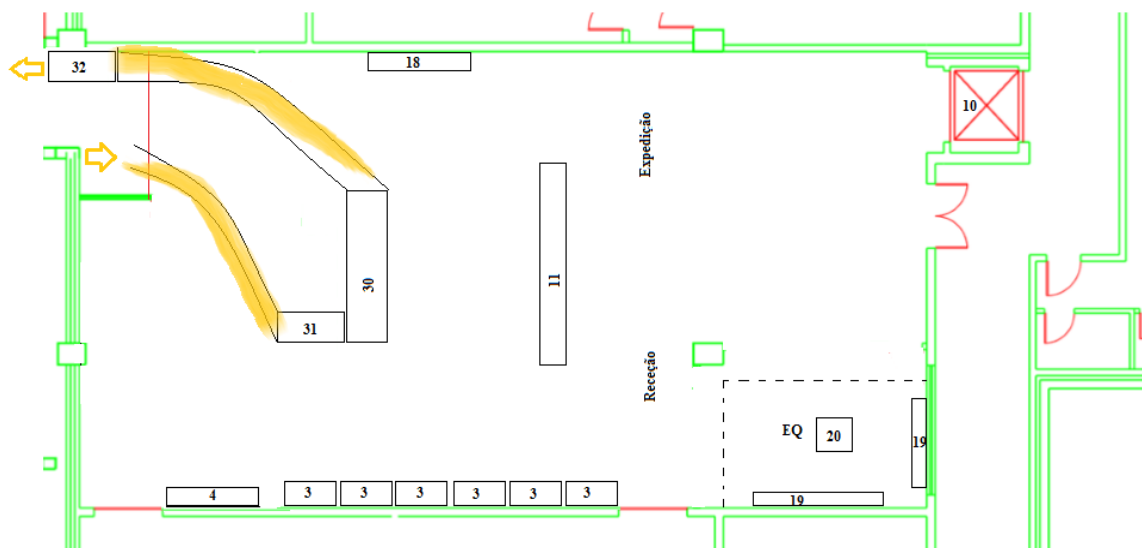


Figura 48: 2ª Proposta de Alteração do Layout da RE/IE

Legenda:

- | | |
|--|--|
| 3- Prateleiras Recepção Rotáveis | 19- Unidades EQ |
| 4- Recepção Material Consumos | 20- Mesa de Apoio EQ |
| 10- Elevador | 30- Mesa de Recepção e Expedição da IE |
| 11- Prateleira de Caixas de Acondicionamento | 31- Plataforma Recepção |
| 18- Consumo a aguardar Nota de Encomenda | 32- Plataforma Expedição |

5.10 Parâmetros para Pacotes de Trabalho

Como descrito no capítulo 4, a entrega das etiquetas rotáveis e dos interoficinas na área de PC da oficina IE, bem como a recolha dos pacotes de trabalho correspondentes é feita de forma aleatória. Na sequência do diagnóstico efetuado para as unidades rotáveis e consumo, verificou-se que sempre que há recepção de material, independentemente da quantidade, a entrega da documentação ao PC é feita apenas e somente quando esse mesmo material já se encontra conferido e colocado nas respectivas prateleiras à espera do pacote de trabalho.

O facto da entrega da documentação não ter qualquer critério estabelecido gera acumulação de material na recepção da IE, bem como a acumulação de trabalho na área PC e cria um aumento de tempo de espera por parte das áreas oficinais. Com o objetivo de diminuir o tempo de espera e a carga de trabalho, pretende-se implementar duas

medidas sendo que, a primeira a ocorrer terá de ser cumprida. São portanto, independentes uma da outra. São elas:

➤ **1ª Medida**

A entrega da documentação na área PC deve ocorrer sempre que um determinado número de unidades são conferidas, independentemente se ainda há ou não unidades por conferir. Não é possível definir o número de unidades, uma vez que os dados de suporte informático e os dados obtidos em campo são insuficientes para caracterizar este processo.

➤ **2ª Medida**

A segunda medida visa a entrega da documentação das unidades sempre que se atinja uma determinada hora, uma vez mais, independentemente do número de unidades conferidas.

Para que esta medida tenha os resultados esperados, conta-se uma vez mais que a entrega do material por parte do serviço de transporte ocorra ao longo do dia, nos horários definidos.

5.11 Caixas de Acondicionamento Adequadas

À RE/IE chegam unidades de diferentes formatos, pesos e dimensões acondicionadas em caixas de onde têm de ser retiradas e estas mesmas caixas têm de ser retiradas da zorra. Este processo volta-se a repetir quando ocorre a expedição, as unidades são acondicionadas nas caixas e posteriormente colocadas na zorra.

Da observação em campo foi possível concluir que, pelo facto das caixas não serem apropriadas para as unidades, frágeis, sem pegas e sem proteção interna, como demonstra a figura 49, o processo põe em causa o bem estar físico do colaborador bem como das unidades, que podem cair e partir. Além disso, por serem maioritariamente de cartão há a possibilidade das unidades se molharem aquando do transporte entre oficinas e armazéns.



Figura 49: Exemplo de Caixas de Acondicionamento dos Materiais

Num levantamento efetuado, tendo em conta critérios como o peso, dimensão e volume, com o auxílio da equipa de transporte interno da IE bem como da Área de Ergonomia, chegou-se à conclusão que os fornos, *chillers*, máquinas de café e *trash compactor*, entre outros, representam unidades propícias ao risco.

Desta forma, numa segunda fase sugere-se um estudo quanto à frequência destas unidades na oficina IE e assim decidir quais as unidades que merecem a atenção desta proposta.

Por último, reserva-se lugar ao estudo e criação de caixas adequadas ao transporte das unidades e aos colaboradores, para que se evitem acidentes.

Não é de todo a intenção criar caixas diferentes para cada unidade, mas sim, uniformizar as caixas de acondicionamento, segundo grupos criados tendo em conta critérios de peso, dimensão e volume.

Propõe-se o alargamento desta medida a todas as áreas oficiais e armazéns da TAP-ME, pois a utilização de caixas desadequadas é prática comum, salvo algumas exceções.

5.12 Reorganização da RE/LB

Para além do transporte dos materiais descritos no capítulo 4, a equipa de transporte interno também procede à recolha de instrumentos de calibração nas zonas de expedição das diversas áreas oficinais e à entrega destes na área RE/LB. Este processo ocorre uma vez por semana, variando entre a sexta-feira ao final do dia e a segunda-feira de manhã, numa das rotas de distribuição e recolha de material.

Do diagnóstico realizado, observou-se que a área de RE/LB apresenta dimensões reduzidas, bem como uma organização não adequada à sua finalidade, dificultando o acesso à mesma, como demonstrado na figura 50.



Figura 50: Área de RE/LB, atualmente

Com o objetivo de melhorar o processo de entrega do material nesta área, reorganizar e criar espaço suficiente e que melhore a entrada e saída do carro de transporte bem como a movimentação do colaborador que efetua a entrega e recolha, sugere-se a implementação da ferramenta 5S. Para além da organização do espaço pretende-se ainda, que o processo de entrega de material não coloque nem os instrumentos nem os colaboradores em risco, visto que são unidades pesadas, algumas com dimensões consideráveis e com elevado custo monetário.

A par da aplicação do 5S, propõe-se ainda a substituição das prateleiras, por umas equipadas com roletes e com alturas adequadas, de forma a facilitar a entrega e recolha dos aparelhos.

5.13 Considerações Finais

As propostas referidas no presente capítulo resultam do acompanhamento em campo de todas as actividades que o processo engloba, pela troca de ideias com os colaboradores, pela utilização de ferramentas *Lean* e pela análise aos dados de suporte informático.

De uma forma geral, todas as propostas pretendem:

- Diminuir o tempo em que o material está em espera na área da receção da oficina IE;
- Diminuir as movimentações de colaboradores e de unidades pela oficina IE;
- Diminuir o tempo de espera por parte do TMA;
- Uniformizar o tratamento das unidades na área RE/IE;
- Implementar um sistema de distribuição e recolha de unidades com horários e rotas definidos.

Todas as sugestões apresentadas fazem-se acompanhar do seu ganho qualitativo, mas pela não implementação das propostas e pelos dados informáticos se terem revelado insuficientes para uma análise de ganhos futuros, não é possível apresentar ganhos quantitativos, que se esperam ser significativos.

Capítulo 6

Conclusão e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusão

A presente dissertação teve como objetivo a otimização do circuito de receção, transporte e expedição de material na Oficina de Instrumentação e Eletrónica da TAP-ME através da aplicação da metodologia *Lean*.

Numa primeira fase, com o auxílio das ferramentas *Lean* como os VSM, diagramas de *Spaghetti* e outras, procedeu-se à caracterização detalhada do processo de receção, transporte e expedição dos diversos materiais que circulam na oficina IE. Com o término da caracterização foi possível identificar as causas que contribuem de forma ativa para uma menor eficiência do processo, nomeadamente: a falta de horários e rotas pré-estabelecidas para a distribuição e recolha de material nas áreas oficinais, o *layout* desadequado apresentado na área de receção e expedição da oficina IE, o não cumprimento dos horários estipulados por parte do serviço de transporte, a atribuição de tarefas a áreas que não são as responsáveis, entre outras.

Após o levantamento das causas, iniciou-se a segunda e última fase do trabalho: apresentação das propostas que visam a eliminação dos desperdícios com o objetivo de aumentar a eficiência do processo. Propõe-se medidas como: a implementação do comboio logístico para a entrega e recolha dos materiais, uma reorganização das tarefas atribuídas às áreas envolvidas no processo, uma melhoria ao *layout* da área RE/IE com vista a diminuir o número de movimentações dos materiais e dos colaboradores, a reorganização da equipa da equipa de transporte interno. Todas as propostas sugeridas no capítulo anterior, resultam de uma análise exaustiva ao processo e pretendem de forma simples e rápida melhorar todo o fluxo de trabalho, desde que o material é rececionado até à sua expedição na oficina IE.

A realização deste projeto na TAP-ME contribui para a otimização do processo de transporte na oficina IE que foi possível pelo acompanhamento diário dos colaboradores que intervêm em todo o processo e, desta forma apresentar soluções que se adaptam à realidade da empresa. Permitiu ainda, conhecer o funcionamento de uma organização de manutenção aeronáutica no que diz respeito à implementação da filosofia *Lean*, e com resultados positivos demonstra o potencial da sua aplicação.

6.2 Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros, para demonstrar o potencial do presente estudo e da aplicação da metodologia *Lean*, apresentam-se algumas sugestões:

- Implementar as propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5, com especial destaque à sugestão do *mizusumashi*;
- Digitalizar toda a informação acerca dos materiais que são alvo de manutenção na oficina IE, de forma a facilitar e diminuir o tempo do trabalho realizado pela área PC;
- Para evitar a deslocação entre a RE/IE e o PC sugere-se que os interoficinas e as etiquetas rotáveis sejam dotados de um sistema, como um código de barras, que é digitalizado quando entra na área RE/IE e automaticamente essa informação é passada informaticamente para o PC que desenvolve o seu trabalho, evitando o deslocamento entre áreas;
- Aposta na formação de melhoria contínua aos colaboradores para que se obtenham resultados de forma mais fácil e entusiasmante.

Bibliografia

[1] Womack, P., Jones, T., Roos, D. (1990), "The machine that changed the world", Rawson Associates, New York.

[2] Baudin, M. (2002), Lean Assembly: The Nuts and Bolts of Making Operations Flow, Productivity Press, New York.

[3] Melton, T. (2005), "The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries", Chemical Engineering Research and Design, vol. 83, pp. 662-673.

[4] Holweg, M. (2006), "The genealogy of lean production", Journal of Operations Management, vol. 25, pp. 420-437.

[5] Ohno, T. (1988), "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press", Portland, OR.

[6] Eaton, M. (2013), "The Lean Practitioner's Handbook", Kogan Page Limited, Philadelphia, PA.

[7] Liker, J. (2004), "The toyota way", McGraw-Hill.

[8] Hines, P., Taylor, D. (2000), "Going Lean: A Guide to Implementation", Text Matters, Cardiff.

[9] Eaton, M. (2009), "Uncovering Lean".

[10] McLaughlin, P., Durazo-Cardenas, I. (2013), "Cellular manufacturing applications in MRO operations", 2nd International Through-life Engineering Services Conference, Procedia, vol. 11, pp. 254-259.

[11] Womack, J.P., Jones, D.T. (2003), “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation”, Simon & Schuster, London.

[12] Brinkman, K. (2015), LEAN Fact sheet, AviationFacts.eu Publication.

[13] Pavnaskar, S., Gershenson, J., Jambekar, A. (2003): “Classification scheme for lean manufacturing tools”, International Journal Production Research, 41 (13): pp 3075-3090.

[14] <http://www.simpesc.org.br/wp-content/uploads/2013/06/Material-did%C3%A1tico-2%C2%AA-OFICINA-19062013.pdf>, consulta a 20 de Maio.

[15] Rother, M., Shook, J. (1999). “Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda.”, Brookline: Lean Enterprise Institute.

[16] Kolanjiappani, S. (2011), Lean Philosophy in Aircraft Maintenance, Journal of Management Research and Development, vol 1, pp 27-41.

[17] Murman, E., Thomas, A., Bozdogan, K., Cutcher-Gershenfeld, J., et all. (2002), Lean Enterprise Value, Insight’s from MIT’s Lean Aerospace Initiative, Palgrave

[18] https://pt.slideshare.net/Markus_Hofrichter/vsm-9608853, consulta a 20 de Maio de 2018.

[19] Senderská, K., Mares, A., Václav, S. (2017) Spaghetti Diagram Application For Workers’ Movement Analysis, U.P.B. Sci. Bull., vol. 79, pp 139-151.

[20] Lopes, R., Freitas, F., Sousa, I. (2015), Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries, Journal of Technology Management and Innovation, vol 10, pp 120-130.

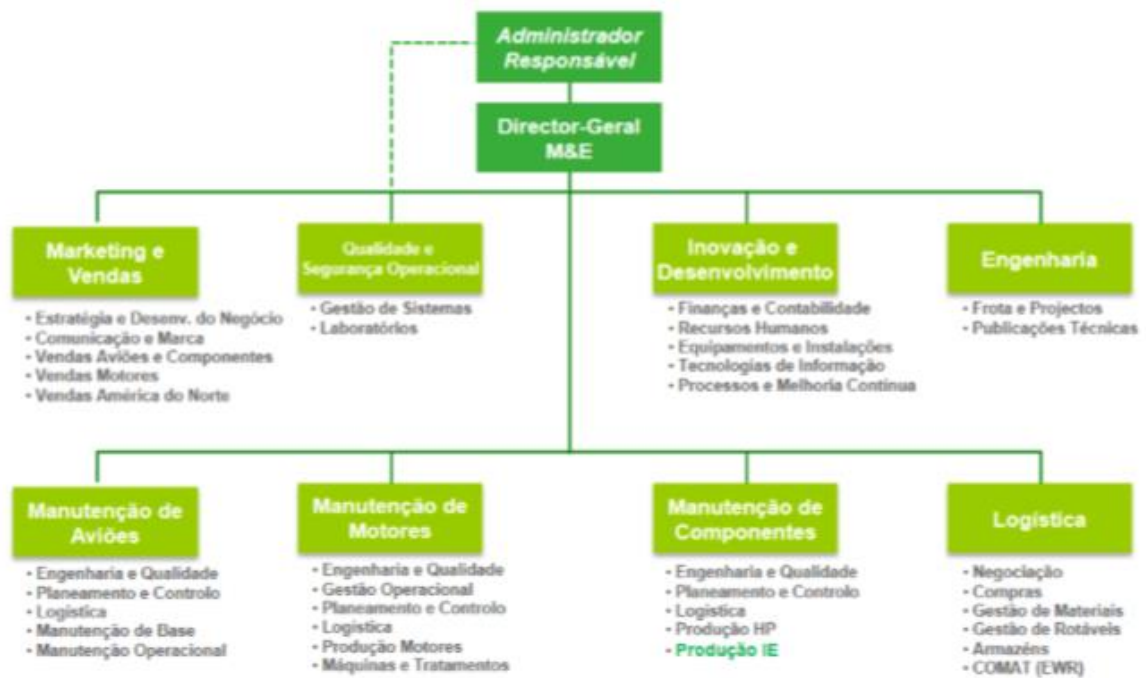
[21] Durdyev, S. (2011), “Pareto Analysis of on-site productivity constraints and improvement techniques in New Zealand building industry”,

- [22] Chong, K. (2013), Elimination of Waste through Value Add/Non value Add Process Analysis to Improve Cost Productivity in Manufacturing - A Case Study
- [23] Villalobos, I., Valdés, P., Palavecino, M. (2016), “Mejora De Procesos Productivos Mediante Lean Manufacturing”, Trilogía. Facultad De Administración Y Economía, pp 26-55.
- [24] Arora N, (2000), The 5S Philosophy, the foundation tool for Lean organizations.
- [25] Jesus, S. (2012): “Leanness e Manutenção Produtiva Total (TPM). Modelo de Produtividade e Competitividade, Estudo de Caso”, Dissertação Mestrado, Instituto Superior Engenharia de Lisboa, Portugal.
- [26] Coimbra, E. (2009) Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains. Kaizen Institute Consulting Group Ltd.
- [27] <http://www.nipponexpress.com/about/csr/environment/cooperation.html>, consulta a 7 de Junho.
- [28] Kilpatrick, A. (1997) Lean manufacturing principles: a comprehensive framework for improving production efficiency. Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- [29] Ferreira, J. (2011). “Aplicação de Metodologias Lean em Aeronáutica”
- [30] Mostafa, S., Lee, S., Dumrak, J., Chileshe, N., Soltan, H. (2015), “Lean Thinking for a Maintenance Process”, Production & Manufacturing Research, vol.3, pp 236-272.
- [31] Srinivasan, M., Bowers, M., Gilbert, K. (2014), “Lean Maintenance Repair and Overhaul: Changing the Way You Do Business”, McGraw-Hill, New York.

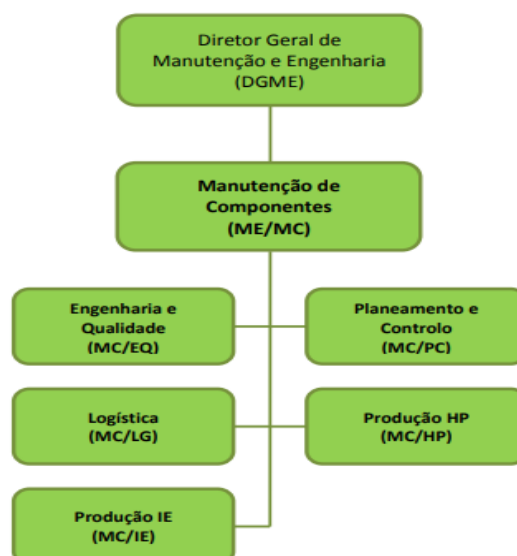
- [32] Vieira, D., Loures, P. (2016), Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) Fundamentals and Strategies: Na Aeronautical Industry Overview, *International Journal of Computer Applications*, vol 135, pp 21-29.
- [33] Ucler, C., Gok, O. (2015), Innovating General Aviation MRO's through IT: The Sky Aircraft Management System – SAMS, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol 195, pp 1503-1513.
- [34] Ayeni, P., Baines, T., Lightfoot, H., Ball, P. (2011), "State-of-the-art of 'Lean' in the Aviation Maintenance Repair Overhaul Industry", *Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 225, pp. 2108-2123.
- [35] Sánchez, A., Sunmola, F. (2017), Factors Influencing Effectiveness of Lean Maintenance Repair and Overhaul in Aviation, *International Symposium on Industrial Engineering and Operations Management*, pp 855-863.
- [36] Lean on MRO throughout the A&D Supply Network, (2006), Oracle White Paper.
- [37] Mostafa, S., Dumrak, J., Soltan, H. (2015), "Lean maintenance roadmap", *Procedia Manufacturing*, vol. 2, pp. 434-444.
- [38] Mather, D. (2007), Lean vs Lean Maintenance. *Plant Service*
- [39] <http://www.tapairportugal.com/pt/sobre-nos/relatorios-anuais>, consulta a 3 de Março
- [40] <https://www.tapme.pt/Pages/Default.aspx>, consulta a 3 de Março
- [41] Documentação Interna da TAP ME

Anexo A

Anexo A1-Organograma TAP Manutenção e Engenharia



Anexo A2- Organograma Manutenção de Componentes



Anexo A3 – Recepção e Expedição da IE



Área de Recepção



Área de Expedição


Anexo A4 – Placas Identificadoras



Anexo A5- Carros de Transporte de Materiais



Anexo A6- Etiqueta Rotável

1. APPROVING COMPETENT AUTHORITY / COUNTRY Autoridade de Aprovação Competente / País ANAC / PORTUGAL		ETIQUETA DE ROTÁVEL			3. FORM TRACKING NUMBER N.º de Referência do Formulário																																																
4. ORGANISATION NAME AND ADDRESS Nome e Endereço da Entidade				5. WORK ORDER / CONTRACT / INVOICE Ordem de Trabalho / Contrato / Fatura																																																	
6. ITEM		7. DESCRIPTION Descrição		8. PART NO. N.º de Peça	9. QTY Quantidade																																																
10. SERIAL NO. N.º de Série		11. STATUS / WORK Estado / Trabalho		12. REMARKS Observações																																																	
13. WORK PERFORMED Trabalho Realizado		14. REMOVAL CLASSIFICATION Classificação da Remoção																																																			
<table border="1"> <tr><td>OTHER</td><td>Outros</td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>SERVICE BULLETIN</td><td>Boletim de Serviço</td><td>M</td><td></td></tr> <tr><td>VISUAL INSPECTION</td><td>Inspeção Visual</td><td>I</td><td></td></tr> <tr><td>REPAIR</td><td>Reparação</td><td>R</td><td></td></tr> <tr><td>PARTIAL REVISION 3</td><td>Revisão Parcial 3</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>PARTIAL REVISION 2</td><td>Revisão Parcial 2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>PARTIAL REVISION 1</td><td>Revisão Parcial 1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>BENCH CHECK</td><td>Check</td><td>B</td><td></td></tr> <tr><td>OVERHULL</td><td>Revisão Geral</td><td>O</td><td></td></tr> </table>		OTHER	Outros	X		SERVICE BULLETIN	Boletim de Serviço	M		VISUAL INSPECTION	Inspeção Visual	I		REPAIR	Reparação	R		PARTIAL REVISION 3	Revisão Parcial 3	3		PARTIAL REVISION 2	Revisão Parcial 2	2		PARTIAL REVISION 1	Revisão Parcial 1	1		BENCH CHECK	Check	B		OVERHULL	Revisão Geral	O		<table border="1"> <tr><td>UNJUSTIFIED</td><td>U</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>JUSTIFIED NOT CONFIRMED</td><td>N</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>JUSTIFIED CONFIRMED</td><td>J</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>SCHEDULED</td><td>S</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>				UNJUSTIFIED	U	<input type="checkbox"/>	JUSTIFIED NOT CONFIRMED	N	<input type="checkbox"/>	JUSTIFIED CONFIRMED	J	<input type="checkbox"/>	SCHEDULED	S	<input type="checkbox"/>
OTHER	Outros	X																																																			
SERVICE BULLETIN	Boletim de Serviço	M																																																			
VISUAL INSPECTION	Inspeção Visual	I																																																			
REPAIR	Reparação	R																																																			
PARTIAL REVISION 3	Revisão Parcial 3	3																																																			
PARTIAL REVISION 2	Revisão Parcial 2	2																																																			
PARTIAL REVISION 1	Revisão Parcial 1	1																																																			
BENCH CHECK	Check	B																																																			
OVERHULL	Revisão Geral	O																																																			
UNJUSTIFIED	U	<input type="checkbox"/>																																																			
JUSTIFIED NOT CONFIRMED	N	<input type="checkbox"/>																																																			
JUSTIFIED CONFIRMED	J	<input type="checkbox"/>																																																			
SCHEDULED	S	<input type="checkbox"/>																																																			
SIGNATURE Assinatura		TAP N.º		DATE (dd/mm/yyyy) Data (dd/mm/aaaa)																																																	

TAP Mod. 16.00-9 - JH2015 (G1 28/009) 3 - CONTROLO DE ROTÁVEIS

Anexo A7- Interfocina

		REPAIRABLE MATERIAL		523850						
AIR PORTUGAL FAA R. STA TAP F. 2041				ORIGIN						
NOMENCLATURE		QUANTITY								
P/N	S/N or TAP No.	TYPE	AIRCRAFT REGISTRATION							
ASSEMBLY NOMENCLATURE		ASSY. P/N	ASSY. S/N							
WO No.	REPAIR	MODIF.	RECOVERY	ROUTINE	COST CENTER					
WORK PHASES	DISCREPANCY / WORK DESCRIPTION			REFERENCE WORK RESPONSIBLE						
CLIENTE / CUSTOMER:		DONE BY:	DATE:	CHECKED BY:	DATE:					
REGISTO DE MOVIMENTOS / TRABALHOS										
N.º MOV.	H		DIVISÃO-SEÇÃO GRUPO / OFICINA	NECESSÁRIO PARA DATA / HORA	ENTRADA		SAÍDA		RESPONSÁVEL	
	PREV.	REAL.			DATA / HORA	DATA / HORA	ASSINATURA	N.º TAP		
CIRCUITO FINALIZADO POR		N.º TAP	DATA	ASSINATURA						
TAP MOD. 1207 S.I. 192/2008		CÓDIGO TAP	C	QUANTIDADE	C. C. OFICINA					

Anexo B

Anexo B1- Receção de material nas subáreas oficiais



Anexo B2- Zonas de expedição das áreas oficiais



Anexo B3 – Caixa onde material por requisição é colocado no AC para entrega no dia seguinte na IE



Anexo B4- Carro de transporte destinado apenas a material *Panasonic*



