



**isec**  
**Engenharia**

MESTRADO EM ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

*A Filosofia Kaizen na Secção de Manutenção  
de Equipamentos Ground Support Equipment*

Autor

**António Pedro Antunes Castanheira**

Orientador

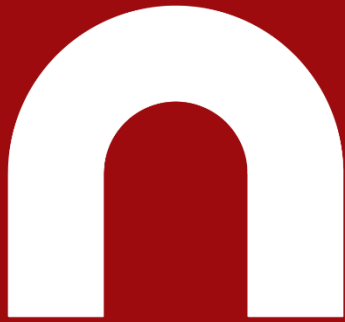
**Doutor Inácio de Sousa Adelino da Fonseca**

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

Coimbra, maio de 2021

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA





# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

### **A Filosofia Kaizen na Secção de Manutenção de Equipamentos Ground Support Equipment**

Relatório de Trabalho de Projeto para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica

Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais

Autor

**António Pedro Antunes Castanheira**

Orientador

**Doutor Inácio de Sousa Adelino da Fonseca**

Supervisores na Força Aérea Portuguesa

**Tenente-Coronel / TINF / Lucília de Fátima Graça Vieira**

**Capitão / ENGAER / Ivo Filipe Matos de Almeida**

Coimbra, maio de 2021

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA



“O mundo detesta mudanças e, no entanto, é a única coisa que traz progresso.”

Charles F. Kettering

*“Kaizen is about changing the way things are. If you assume that things are all right the way they are, you can’t do kaizen. So change something!”*

Taiichi Ohno



*Aos meus pais*



## AGRADECIMENTOS

Quero expressar o meu agradecimento aos meus pais, Avelino e Maria de Lourdes, pela oportunidade que me deram em frequentar a Licenciatura e o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica. Pela inigualável dedicação, resiliência e sacrifício que prestaram durante o meu percurso académico. À minha mãe pelos valores morais com que me educou; ao meu pai pela influência que me deu através dos seus valores de aprendizagem contínua, resiliência, dedicação e pela sua capacidade de enfrentar os desafios que se lhe deparavam.

Agradeço ao Professor Doutor Inácio Fonseca pelo seu saber e esforço que me ajudaram na realização do trabalho; por toda a paciência e compreensão que teve perante as dificuldades que apresentei, e pela contínua disponibilidade dedicada à orientação deste trabalho.

Ao Eng. Pedro Neves pela partilha do seu saber e experiência na investigação científica e ao Sargento-Chefe Rui Carvalho, Mecânico de Eletrónica (MELECA) pela revisão do trabalho.

Ao Tenente Nuno Francisco, Técnico de Manutenção de Material Terrestre (TMMT), chefe da Secção de Equipamento Auxiliar, pela colaboração que me facultou sobre conhecimentos específicos da sua área de trabalho.

Ao Primeiro-Sargento Nuno Silva Mecânico de Material Terrestre (MMT), pelo apoio prestado na recolha de informação e na implementação das ações de melhoria, que amiúde executou fora do horário normal de serviço.

Aos meus supervisores na Força Aérea Portuguesa: Tenente-Coronel Lucília Vieira, Técnica de Informática; e ao Capitão Ivo Almeida, Engenheiro Aeronáutico.

Quero, também, agradecer à Força Aérea Portuguesa por me ter possibilitado a realização deste projeto, numa área de manutenção bastante interessante da Base Aérea N.º 5.

Por fim, deixo o meu especial agradecimento a todos os professores do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, que contribuíram para o meu enriquecimento profissional e pessoal.



## RESUMO

O relatório de projeto foi desenvolvido na Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar da Base Aérea N.º 5 (BA5) no âmbito do Curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

O crescimento da filosofia *lean* tem-se evidenciado cada vez mais no seio da BA5. Esta metodologia é fundamental para garantir a eficiência das tarefas e a qualidade nos processos indispensáveis no cumprimento da missão que é atribuída à BA5, integrada no atual panorama económico de Portugal. Perante este contexto, o trabalho tem como objetivo contribuir para a melhoria do sistema de gestão da manutenção dos equipamentos de apoio à aeronavegabilidade, vulgarmente designados GSE (*Ground Support Equipment*), envolvidos na atividade da Base Aérea N.º 5.

O projeto irá focar e evidenciar a realização de tarefas, que podem acrescentar eficiência, promovendo a redução de desperdícios, na execução das ações de manutenção e de gestão dos equipamentos GSE. Pretende-se efetuar uma análise ao *modus operandi* da Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar (SEA), com o intuito de identificar fragilidades e propor soluções de valorização que proporcionem a redução de desperdício, em todo o processo da manutenção dos equipamentos GSE.

Para concretizar este objetivo, primariamente foi feita uma revisão literária sobre a metodologia *lean*, e ferramentas de apoio empregues nesta metodologia. De seguida, estudou-se a atual estrutura de funcionamento da SEA, para compreender a cadeia de valor deste tipo de equipamentos com os seus *stakeholders*. Paralelamente, identificaram-se os equipamentos com mais paragens repentinas e que conseqüentemente sofriam de maior número de intervenções com a intenção de identificar os componentes sobressalentes mais requisitados e que podiam condicionar as ações de manutenção a efetuar. Por fim, desenvolveram-se as soluções a apresentar com base no modelo dos 5S, gestão visual e no conceito do *Just-in-time*, com o propósito de acrescentar valor aos processos da SEA.

Até à escrita deste projeto, não foi possível a implementação de todas as propostas apresentadas, por a sua aplicação dessas propostas requerer a contratação de serviços externos à BA5 e a aquisição de material diverso.

Ainda não foi possível mesurar os resultados, visto que ainda não foram aplicadas todas as propostas planeadas. Contudo, para o que foi implementado, já é visível um maior senso crítico, no que diz respeito à arrumação e organização, sem a existência na área de trabalho de objetos bloqueados outros, devido à falta de espaço.

**Palavras-Chave:** Gestão de Manutenção; Equipamento Auxiliar; GSE; *Lean*; *Kaizen*; 5S e melhoria contínua



## ABSTRACT

This report was developed for the maintenance of the ground support equipment section of the Air Base N.º 5 (BA5) within the scope of the master's degree in Electronics Engineering of Polytechnic Institute of Coimbra.

Lean philosophy has been growing everyday within BA5. This methodology is used to assure efficiency and quality of the tasks and processes and ensure that Airforce's mission is accomplished, specially taking into account Portugal's current economic state. All things considered, this work, has the objective to improve the management system of the maintenance equipment of airworthiness support area - usually designated Ground Support Equipment (GSE) - of the Air Base N.º 5.

This project will focus and show tasks that can add efficiency and promote waste management regarding the execution of both management and maintenance tasks. Thence, this work analyses the ground support section *modus operandi* in an attempt to identify weaknesses and present valuable solutions to help waste management within the maintenance process of the GSE equipment.

For this project, we first started to review the state-of-the-art on Lean methodology as well as support tools. Follows a study over the "as-is" structure of the SEA to understand the value-chain of these type of equipment to the stakeholders. We also studied the equipment with more sudden stops - that consequently have more interventions - in order to identify the spare parts that are required more often, and which could restrain maintenance actions. Finally, we have developed solutions regarding the 5S model, visual management and the Just-in-time concept, in order to generate value for SEA's processes.

Up to the conclusion of this work, it was not possible to implement all the identified proposals as some require external services interventions. Nevertheless, we have noticed much more smoothness processes and easiness of access to objects that were previously restrained by some other due to the lack of space.

**Key-words:** Maintenance management; Ground Support Equipment; GSE; Lean; Kaizen; 5S system; Continuous improvement.



## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE TABELAS .....	xvii
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS.....	xix
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Motivação e enquadramento.....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Metodologia.....	2
1.4 Organização do trabalho.....	3
CAPÍTULO 2: FORÇA AÉREA PORTUGUESA – Base Aérea N.º 5.....	5
2.1 Força Aérea Portuguesa .....	5
2.2 Base Aérea N.º 5.....	6
2.3 Estrutura Orgânica da BA5 .....	8
2.4 Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar .....	9
2.5 Conclusão .....	10
CAPÍTULO 3: MANUTENÇÃO .....	11
3.1 A manutenção .....	11
3.2 Organização da Manutenção .....	12
3.3 Níveis de manutenção.....	14
3.4 Manutenção de equipamento GSE .....	14
3.5 <i>United State Military standard</i> .....	15
3.6 Conclusão .....	17
CAPÍTULO 4: FILOSOFIA LEAN.....	19
4.1 A origem do <i>Lean</i> .....	19
4.2 O que é <i>LEAN</i> .....	20
4.3 Conceito Valor.....	20
4.4 Kaizen .....	20
4.5 Princípios do <i>lean</i> .....	21

4.6 Metodologias e Ferramentas <i>lean</i> .....	23
4.7 Conclusão .....	27
CAPÍTULO 5: ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO .....	29
5.1 Fluxo da manutenção dos equipamentos GSE .....	29
5.2 Circuito logístico .....	30
5.3 Anomalias recorrentes .....	32
5.4 Conclusões .....	37
CAPÍTULO 6: SOLUÇÕES DE OTIMIZAÇÃO .....	39
6.1 Secretaria e tarefas administrativas .....	39
6.2 Gestão de <i>stocks</i> – Conceito <i>just-in-time</i> .....	47
6.3 Análise do <i>layout</i> da SEA .....	56
6.4 Movimentação de equipamentos .....	80
6.5 Proteção dos Macacos hidráulicos .....	83
6.6 Folhas de registo de utilização GSE – Operadores .....	86
6.7 Conclusões .....	87
CAPÍTULO 7: CONCLUSÃO .....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	91
ANEXOS .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia do projeto.....	3
Figura 2 - Excerto da notícia com o número de missões de interesse público realizadas em 2020 (Estado-Maior da Força Aérea, 2021). .....	6
Figura 3 - Brasão da Base Aérea N.º 5 (EMFA, 2020).....	7
Figura 4 - Excerto da descrição da missão do GO e do GA, respetivamente. Acedido a 05/02/2021 (EMFA, 2021). .....	9
Figura 5 - Organograma (parcial) da Base Aérea N.º 5.....	9
Figura 6 - Curva da banheira: representando as 3 principais causas de falhas nos componentes (Maisonnier, 2018). .....	11
Figura 7 - Tipos de manutenção (Monchy, 1989).....	12
Figura 8 - Ideograma japonês da palavra Kaizen (Moraes, 2020).....	21
Figura 9 - Os sete princípios <i>lean</i> (Pinto, 2014). .....	22
Figura 10 - Ciclo PDCA (SEEPPIX, 2018). .....	23
Figura 11 - Diagrama 5S ( <i>Megapixel</i> , 2021). .....	25
Figura 12 - Procedimento dos 5W (adaptado de (Pinto, 2014)). .....	26
Figura 13 - Processo de coordenação de uma ação de manutenção. ....	30
Figura 14 - Processo logístico: requisição ao mercado local, interna e com recursos ao sistema <i>kanban</i> . Legenda: [tempo mínimo; tempo máximo]; m – minutos, s – semanas, M – meses. ....	31
Figura 15 - Taxa de avaria por GSE num ano. Seta vermelha – equipamentos críticos; seta vermelha com fundo branco – equipamento crítico excluído para este estudo. ....	33
Figura 16 - Gráfico <i>Pareto</i> - Número de avarias por sistema referente a um AC <sub>d</sub> . ....	34
Figura 17 - Gráfico <i>Pareto</i> - Número de avarias por sistema, referente a um AC <sub>e</sub> . ....	35
Figura 18 - Top 10 - avarias registadas no AC. ....	36
Figura 19 - Gráfico <i>Pareto</i> - Número de avarias por sistema, referente aos Tratores de reboque. ....	37
Figura 20 - Top 10 - Avarias no trator de reboque. ....	37
Figura 21 - Exemplo: etiquetas para arquivos agrupados por tipo (cores). ....	41
Figura 22 - Disposição de pastas – pré- <i>lean</i> . ....	41
Figura 23 - Disposição dos arquivos – pós- <i>lean</i> . ....	42
Figura 24 - Pré- <i>Lean</i> - organização das gavetas com documentos. ....	43
Figura 25 - Pós- <i>Lean</i> - organização das gavetas com folha de obras. ....	44
Figura 26 - <i>E-mail</i> pré-definido - Registo de horas. ....	45
Figura 27 - <i>E-mail</i> pré-definido - Reporte de canibalização de componente efetuada. ....	46
Figura 28 - Gestão <i>e-mail</i> – sintaxe do campo assunto “reporte canibalização”. ....	47
Figura 29 - Gestão de <i>e-mail</i> – aplicação de regra no assunto “catalogação”. ....	47
Figura 30 - Quantidade de peças sobressalentes substituídas por ano, no equipamento de AC. ....	50

Figura 31 - Anomalias registadas entre 01/2013 a 08/2020 – caixa de transmissão.	51
Figura 32 - Número de substituições da placa <i>Under/Over Voltage</i> – Período 2013 a 2019.	52
Figura 33 - Número de substituições da placa <i>U/O Frequency</i> – período 2013 a 2019.	52
Figura 34 - Consumo de baterias versus número de avarias com baterias. Período 2013 a março de 2020.	53
Figura 35 - Sequência de reparação de uma fuga de gás.	54
Figura 36 - Consumo de gás fluorado - período 2016 a 2020.	55
Figura 37 - Planta do hangar da SEA.	56
Figura 38 - Diagrama de <i>spaghetti</i> – Movimentações durante uma manutenção programada a um AC.	57
Figura 39 - <i>Pre-lean</i> : <i>Layout</i> actual da SEA.	61
Figura 40 - Parque de carregamento elétrico de baterias da máquina de lavar chão.	62
Figura 41 - Solução implementada para o estacionamento da máquina de lavar chão.	63
Figura 42 - <i>Pré-lean</i> - Zona de segregação de resíduos contaminados.	65
Figura 43 - <i>Pós-lean</i> : Afixação de uma lista complementar com os componentes aplicáveis à área de trabalho.	65
Figura 44 - <i>Pré-lean</i> : Zona de lavagem de peças.	66
Figura 45 - <i>Pós-lean</i> : Prateleira para arrumação de bacias de retenção.	66
Figura 46 - <i>Pós-lean</i> : Novo local para os Carros de óleo novo.	67
Figura 47 - <i>Pós-lean</i> - Zona de segregação de resíduos contaminados.	67
Figura 48 - Linhas de limitação fossa de lavagem.	69
Figura 49 - Linhas de orientação no acesso à fossa de lavagem.	70
Figura 50 - Linhas de segurança do elevador de viaturas (Werther, 2008).	70
Figura 51 - Marcação de linha com identificação de problema de espaço.	71
Figura 52 - Marcação de linhas de segurança - elevador de viaturas.	71
Figura 53 - Solução implementada para a organização do estacionamento de equipamentos.	73
Figura 54 - Solução implementada - criação de uma célula de reparações elétricas.	74
Figura 55 - Diagrama de <i>spaghetti</i> - reparação elétrica ( <i>pré-lean</i> ).	75
Figura 56 - Diagrama de <i>spaghetti</i> – célula reparação de material elétrico ( <i>pós-lean</i> ).	75
Figura 57 - AC de Modelo JO3C (ver anexo 6 – dimensões célula).	76
Figura 58 - Gaveta de ferramentas. <i>Pré-lean</i> : figura da esquerda e à direita resultado <i>pós-lean</i> .	78
Figura 59 - <i>Pós-lean</i> - <i>Layout</i> do hangar.	79
Figura 60 - Macaco hidráulico modelo B6.	80
Figura 61 - Máquina de lavar chão (COMAC C130) - características.	81
Figura 62 - Tempo necessário para movimentar macacos - manual vs por reboque.	82

Figura 63 - Dimensões do <i>trailer</i> . .....	83
Figura 64 – Vista lateral do <i>trailer</i> (armazenamento da rampa e inclinação máxima da rampa). .....	83
Figura 65 - Conjunto de Macacos hidráulicos do tipo B6. ....	84
Figura 66 - Dimensões e esquema de corte da capa de proteção. ....	85
Figura 67 - Teste do protótipo da capa de proteção. ....	85
Figura 68 - Documentos de registo de utilização do Teste hidráulico. a) Folha de registo de reposição de óleo b) Folha de registo de utilização do equipamento. ....	86
Figura 69 - Solução – Folha de registo único para o Teste hidráulico. ....	87



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tipo de resgates e missões cumpridas em 2020 (Estado-Maior da Força Aérea, 2021) .....	6
Tabela 2 - Níveis de manutenção (European Committee for Standardization, 2010, p. 14).....	14
Tabela 3 - Tipos de documentos do programa de padronização (DSP) (Department of Defense, 2021).....	16
Tabela 4 - Exemplo de especificações militares utilizadas na SEA.....	16
Tabela 5 - Descrição das etapas do processo de aquisição. ....	31
Tabela 6 - Tempo necessário entre cada etapa.....	32
Tabela 7 - Períodos de recolha do histórico de manutenção. ....	32
Tabela 8 - Sistemas que constituem os equipamentos. ....	34
Tabela 9 - Top 10 do número de avarias no AC e a estimativa do tempo gasto por ano. Legenda: células a Verde – baixo impacto; Amarelo – moderado impacto; Vermelho – elevado impacto. ....	35
Tabela 10 - Etapas do processo documental de manutenção aplicados nas gavetas. ....	43
Tabela 11 - Consumo de correias nos últimos 7 anos - ar condicionado (2013 a março 2020).....	49
Tabela 12 - Quantidade mínima em armazém. ....	50
Tabela 13 – Análise do consumo de caixas de transmissão e definição do <i>stock</i> mínimo de <i>kanban</i> . ....	51
Tabela 14 - Análise do consumo de placas U/O <i>Voltage</i> e <i>Frequency</i> . ....	52
Tabela 15 - Consumo de baterias novas no período 2013 a março 2020.....	53
Tabela 16 - Necessidades de gás fluorado por ano.....	55
Tabela 17 - Legenda da planta do edifício. ....	57
Tabela 18 - Passos genéricos para realizar uma manutenção ao AC.....	58
Tabela 19 - Significado das cores das linhas de marcação do chão.....	68
Tabela 20 - Passos genéricos durante uma reparação elétrica a um GSE, representados na Figura 55 e Figura 56. ....	74
Tabela 21 - Comparação das distâncias percorridas durante uma reparação elétrica, entre o modelo atual e a nova proposta. ....	76
Tabela 22 – Comparativo da distância percorrida numa ação de manutenção entre o atual e a nova proposta do <i>layout</i> . ....	79
Tabela 23 - Tempo necessário de deslocação.....	81



## SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

<b>AC</b>	Ar condicionado
<b>AC<sub>d</sub></b>	Ar condicionado a diesel
<b>AC<sub>e</sub></b>	Ar condicionado elétrico
<b>BA3</b>	Base Aérea N.º 3
<b>BA5</b>	Base Aérea N.º 5
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i> (desenho assistido por computador)
<b>CCP</b>	Código de contratos Públicos
<b>CIE</b>	Código de identificação do Equipamento
<b>EABST</b>	Esquadra de Abastecimento
<b>EICPAC</b>	Instrução Complementar de Pilotagem de Aviões de Combate
<b>EMAT</b>	Esquadra de Material Aéreo
<b>EMP</b>	Equipamento de Medida e Precisão
<b>FA</b>	Força Aérea
<b>FAP</b>	Força Aérea Portuguesa
<b>GA</b>	Grupo de Apoio
<b>GO</b>	Grupo Operacional
<b>GSE</b>	<i>Ground Support Equipment</i>
<b>JIT</b>	<i>Just in time</i>
<b>MGM</b>	Módulo de Gestão da Manutenção
<b>MLU</b>	<i>Mid Life Upgrade</i>
<b>MTBF</b>	<i>Mean Time Between Failures</i>
<b>NQA</b>	Normas da Qualidade e Aeronavegabilidade
<b>OCU</b>	<i>Operational Capabilities Upgrade programe</i>
<b>OTAN</b>	Organização do Tratado do Atlântico Norte
<b>PLUS</b>	Plataforma Única de Sistemas de Informação
<b>PN</b>	<i>Part Number</i>
<b>SA</b>	Sistema de Armas
<b>SEA</b>	Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar
<b>SGM</b>	Sistema de Gestão da Manutenção
<b>SGQA</b>	Sistema de Gestão da Qualidade e Aeronavegabilidade
<b>SIAGFA</b>	Sistema Integrado de Gestão da Força Aérea
<b>TO</b>	<i>Technical Order</i>
<b>TPS</b>	<i>Toyota Production System</i>
<b>USAF</b>	<i>United States Air Force</i>



## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi realizado no âmbito da Unidade Curricular de Projeto de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, na Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar da Base Aérea N.º 5.

Ao longo deste capítulo, é feita a introdução ao trabalho que irá ser desenvolvido, descrevendo o contexto e o motivo que lhe deram origem; seguindo-se a descrição dos objetivos e da estruturação deste relatório de projeto.

### 1.1 Motivação e enquadramento

A instabilidade financeira que se tem verificado nos últimos anos, tem guiado tanto o tecido empresarial como as instituições governamentais no sentido de diminuírem os seus encargos no orçamento, com o propósito de equilibrar as contas e melhorar os resultados operacionais da atividade. A redução de investimento na área dos recursos humanos, leva à diminuição da mão de obra inicialmente disponível, e ao aumento da carga de trabalho atribuída aos trabalhadores que conseqüentemente, o aumento do stress laboral, que de forma prolongada pode provocar a diminuição da qualidade do trabalho e afetar a capacidade em cumprir os todos os objetivos estabelecidos.

A diminuição dos recursos humanos tem implicado que se tenha um maior cuidado na organização do trabalho, apostando na otimização da execução das tarefas (Ministério da Defesa Nacional, 2013). Perante estes constrangimentos, a área de manutenção, tem de continuar a garantir o bom funcionamento dos equipamentos, executando de forma atempada as ações de manutenção programada e eventuais ações de manutenção corretiva, de forma a garantir o cabal cumprimento da missão da Força Aérea Portuguesa (FAP).

A indústria Aeronáutica, pela sua natureza, exige metódicos processos de manutenção, com critérios muito rigorosos, para garantir a segurança da aeronave em voo. O rigor não é exigido apenas às tarefas de manutenção que estão diretamente ligadas à aeronave, mas também deve ser aplicada aos equipamentos GSE, que prestam o suporte à manutenção efetuada à aeronave. Os equipamentos GSE precisam de ser mantidos dentro dos parâmetros de segurança e operação estabelecidos.

É impreterível que se implemente um desenvolvimento contínuo dos métodos de trabalho, de modo a tornar mais eficiente o processo de manutenção, que permita vencer as dificuldades, agilizando o cumprimento da missão da Força Aérea Portuguesa. Nesse caminho, a FAP começou a adotar a metodologia *lean* como modelo de trabalho desde 2008, durante o processo de modernização do F-16 (ver 2.3). Até essa data, só se conseguiam concluir as alterações planeadas a duas

aeronaves por ano. Após a implementação das técnicas *lean*, conseguiu-se alcançar a conclusão das alterações a sete aeronaves por ano, este aumento na conclusão das alterações das aeronaves traduz o êxito deste projeto, garantindo a qualidade de produção exigida (Jesus & Teixeira, 2010).

## **1.2 Objetivos**

Este trabalho pretende analisar o atual *modus operandi* de uma área de manutenção (SEA) que é responsável por garantir a operacionalidade dos GSE e identificar os pontos críticos que devem ser otimizados. O objetivo é contribuir para a importante tarefa da melhoria da gestão e organização da Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar, com foco na organização do espaço físico e na otimização dos processos de logística, apoiando-se nas ferramentas analisadas na exposição sobre a filosofia *lean*. Optou-se por dar ênfase aos processos logísticos internos, para permitir implementar a realização de um conjunto de medidas, que irão promover a redução do tempo de execução das tarefas, ao nível administrativo e a nível da organização do espaço do hangar de manutenção. Para além das várias propostas de melhoria será apresentado no final do trabalho um *layout* melhorado, que certamente irá ser uma mais-valia para a criação de valor da SEA.

## **1.3 Metodologia**

A metodologia empregue neste trabalho, esquematizada na Figura 1, foi iniciada com a definição do objetivo e descrição da área de estudo (logística e organização do espaço). Fez-se uma revisão da literatura sobre a metodologia *lean* e das possíveis ferramentas que podiam ser aplicadas no trabalho. O estudo da área começou com a realização de uma reunião preparatória, juntando a chefia e os militares colocados na secção, de modo a perceber o modo de funcionamento e as dificuldades sentidas no desempenho de funções da equipa de trabalho. O fluxo de trabalho foi observado durante alguns dias, com a intenção de assimilar os processos de trabalho e identificar possíveis oportunidades de melhoria.

Na fase de desenvolvimento, as soluções iam sendo expostas e debatidas entre os vários intervenientes, recorrendo por vezes ao “*brainstorming*”, para encontrar soluções exequíveis, recorrendo à realização de testes que permitissem validar as ideias propostas.

Para validar as propostas, atuava-se no local testando a solução apresentada, caso não fosse possível ou viável, recorria-se à esquematização em CAD (*Computer Aided Design*) para serem testadas.

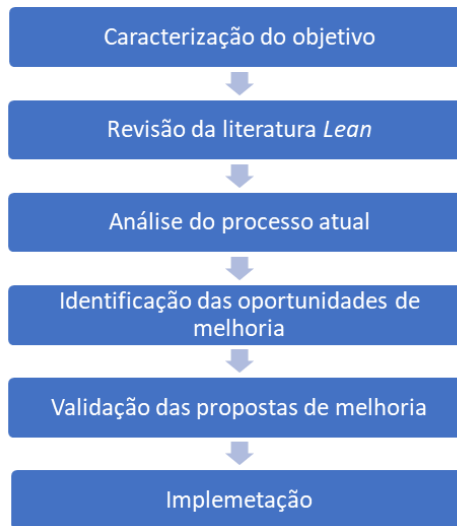


Figura 1 - Metodologia do projeto.

## 1.4 Organização do trabalho

O trabalho encontra-se dividido em seis capítulos, sumarizado da seguinte forma:

- O primeiro capítulo expõe a introdução ao Trabalho de Projeto, é descrito o seu contexto, os objetivos a atingir, e é apresentada a organização do projeto;
- No segundo capítulo é exposta uma breve descrição da Força Aérea Portuguesa e a sua missão e efetuada uma alusão histórica da Base Aérea n.º 5, unidade militar onde se pretende a implementação deste projeto;
- No terceiro capítulo dá-se a conhecer a Organização da manutenção da BA N.º 5/SEA;
- No quarto capítulo, é feita a revisão literária sobre a filosofia *lean*: O conceito *Lean* e *Kaizen*, são apresentadas algumas ferramentas utilizadas neste tipo de metodologia de melhoria contínua de processos;
- No quinto capítulo faz-se uma análise ao estado atual do modo de funcionamento dos procedimentos de manutenção e logístico na SEA. Identificam-se os equipamentos GSE mais críticos, em função da taxa de avarias e são indicadas algumas oportunidades de melhoria;
- No sexto capítulo são apresentadas as propostas das ações de melhoria para diminuir os desperdícios de valor, na área de trabalho, identificados no capítulo cinco.
- Por último, é apresentada a conclusão e os trabalhos futuros a desenvolver;

No final deste trabalho são integradas as referências bibliográficas e os anexos mencionados ao longo dos capítulos.



## CAPÍTULO 2: FORÇA AÉREA PORTUGUESA – Base Aérea N.º 5

Neste capítulo é feita uma breve alusão à Força Aérea Portuguesa, bem como à Base Aérea N.º 5, local onde foi executado este trabalho, onde se descreve a sua história. Enumerando as aeronaves militares que operaram nesta Unidade militar e descrevendo a estrutura organizacional da BA5, com enfoque para o Grupo Operacional (GO) onde está incluída a SEA. Por fim será feita uma referência à missão da Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar.

### 2.1 Força Aérea Portuguesa

De acordo com (Fraga, 2001), o primeiro voo de avião em território nacional ocorreu a 21 de abril de 1910, num Bleriot pelo piloto Taddeoli (O Século, p. 4, 22 de abril de 1910).

O interesse pela aeronáutica em Portugal, foi impulsionado pelo entusiasmo de alguns militares pertencentes à Arma de Engenharia (Exército), que fundaram o Aero-Club de Portugal. Em 1914 surge a Escola Aeronáutica militar sendo a primeira organização aeronáutica militar; três anos depois, em 1917, forma-se a Aviação Naval com a criação do Serviço de Aviação da Armada, e em 1919 surge o Grupo de Esquadrilhas de Aviação “República” do Exército.

Portugal ao juntar-se à OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte), influenciou a reestruturação da aviação militar portuguesa em 1952 que conduziu à fusão da aviação Militar e Naval, à modernização e melhor aproveitamento dos meios. Em 27 de maio de 1952, surge o terceiro ramo independente das Forças Armadas designado Força Aérea Portuguesa.

Na Lei Orgânica da Força Aérea (Decreto-Lei n.º 187/2014, 2014, p. 6414) está indicado que a Força Aérea Portuguesa tem por missão principal *“participar, de forma integrada, na defesa militar da República, nos termos da Constituição e da lei, sendo fundamentalmente vocacionada para a geração, preparação e sustentação de forças e meios da componente operacional do sistema de forças.”* Em adição, compete-lhe cumprir as missões perante os compromissos internacionais assumidos pelo Estado português e de interesse público para satisfação de necessidades das populações.

No âmbito das missões de interesse público, no ano de 2020 cumpriram-se as missões constantes na Tabela 1. Na Figura 2 é visível o excerto da notícia retirada da página web do Estado Maior da Força Aérea, acedido em 15/01/2021 (Estado-Maior da Força Aérea, 2021).

Tabela 1 - Tipo de resgates e missões cumpridas em 2020 (Estado-Maior da Força Aérea, 2021) .

TIPO DE MISSÃO	QUANTIDADE
Vigilância do espaço aéreo	197
Transporte de órgãos	30
Busca e salvamento	30
Transporte médico	504
Missões de patrulhamento marítimo	137
Resgate a navio	31

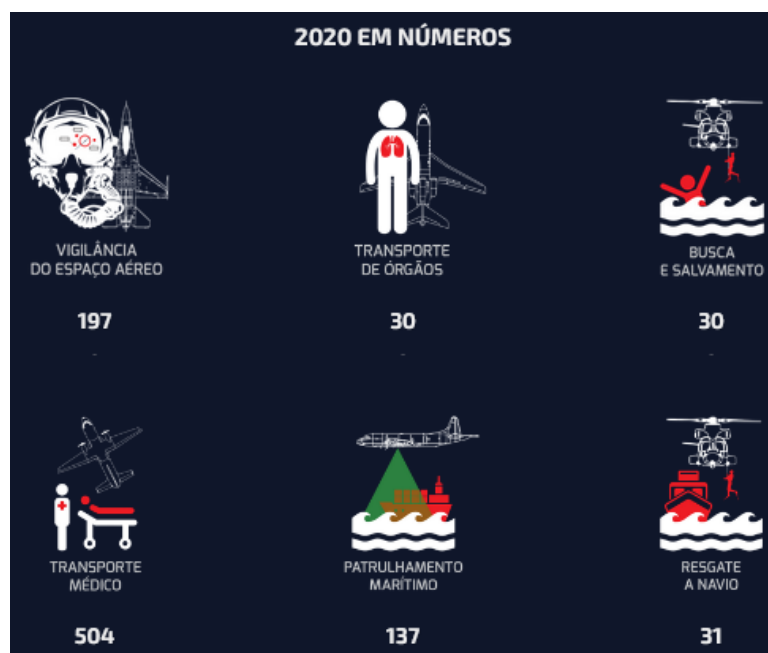


Figura 2 - Excerto da notícia com o número de missões de interesse público realizadas em 2020 (Estado-Maior da Força Aérea, 2021).

## 2.2 Base Aérea N.º 5

A Base Aérea N.º 5 foi oficialmente inaugurada a 4 de outubro de 1959 nos terrenos onde funcionou o aeroclube de Leiria. Tendo sido construída numa zona central do território Continental Português, de forma a possibilitar uma rápida intervenção em qualquer ponto do território Nacional (Vicente, 2019).

Desde a sua inauguração, sempre esteve vocacionada para o cumprimento de missões de Caça-interceção. Sendo por isso representada no seu brasão (Figura 3) pelo Falcão, adotando o lema da divisa “Alcança quem não cansa” (Marques, 2009).



Figura 3 - Brasão da Base Aérea N.º 5 (EMFA, 2020).

Atualmente, o sistema de armas (SA) em vigor é o F-16 A/B<sup>1</sup> *Fighting Falcon*, a operar desde 1994 pelas Esquadras de voo 201 Falcões e 301 Jaguares (Vicente, 2019).

A BA5 é uma base operacional e tem como missão “assegurar a prontidão das Unidades Aéreas e o apoio logístico-administrativo de unidades e órgãos nela sediados, bem como a segurança interna e a defesa imediata” (Marques, 2009).

Neste aeródromo militar operaram as seguintes aeronaves:

- **F-86F SABRE**: em operação entre 1959 e 1980, foram atribuídos à Esquadra 51 “Falcões” e à Esquadra 52 “Galos”. Estiveram destacados na Guiné-Bissau, e contabilizaram 60000 horas de voo (EMFA, 2020);
- **FIAT G-91**: no período de 1966 e 1973, adstritos à esquadra 51, esta aeronave teve como missão formar pilotos para os teatros operacionais nas ex-colónias de África”. Contabilizaram 75000 horas de voo;
- **T-33A**: Transferida da Base Aérea n.º 2 (BA2), desempenhou as suas operações na BA5 entre 1974 a 1987, adstritos à Esquadra 103, tinha como missão a instrução complementar de pilotagem de aviões de combate (EICPAC), perfazendo esta aeronave ao serviço da FAP 65000 horas;
- **T-38A TALON**: operou desde 1977 a 1980 na Esquadra 51, para a realização de treino avançado de combate. Durante estes anos de serviço prestado ao País, voou 60000 horas (Marques, 2009);
- **A-7 CORSAIR II**: entre 1981 e 1999, equipou a Esquadra de ataque 302 e mais tarde a Esquadra 304 “Magníficos” tendo a missão de “Apoio Aéreo Tático a Operações Marítimas”, e a “Interdição e Defesa Aérea” (TASMO), foram efetuadas cerca de 64.000 horas de voo (EMFA, 2020);
- **F-16 A/B**: em 1994 foram adquiridos F16 do qual ficaram adstritos à reativada Esquadra 201 e Esquadra 301 até aos dias de hoje (Marques, 2009).

<sup>1</sup> F-16A/B refere-se às versões de produção monolugar (F-16 A) e bi-lugar (F-16 B), comuns nos blocos 1, 5, e versão 20. O F-16 é classificado por um bloco com um número crescente em função do tipo de atualização.

O F-16 entrou ao serviço do nosso País equipado com a versão OCU (*Operational Capabilities Upgrade programme*). Em 2002, iniciou-se o processo de modernização do F16 A/B para a versão *Mid Life Update* (MLU), totalmente realizado em Portugal, com o primeiro voo de testes realizado em 2004. Esta modificação implicou um conjunto de modificações, tanto a nível da fuselagem, *hardware* e de *software*, que lhe deram maior capacidade de utilização de armas e sistemas de última geração. Este projeto foi concluído em 2013, passando esta aeronave a designar-se oficialmente por F-16 AM e F-16 BM. O F16 foi oficialmente batizado por *Fighting Falcon*, porém é conhecido entre os pilotos por *Viper* (Marques, 2009).

### **2.3 Estrutura Orgânica da BA5**

Segundo (Rouco & Sarmiento, 2012, p. 21):

*“O princípio da unidade de comando garante a estrutura militar, consubstanciando-se na unidade da doutrina. Deste modo, há um investimento num único comandante, detentor de toda a responsabilidade necessária ao seu exercício, proporcionando a coesão necessária ao planeamento e conduta das operações. A unidade de comando é ainda conseguida através da subordinação a um comandante de todos os meios envolvidos, bem como da atribuição da correspondente autoridade para que possa coordená-los e dirigi-los da forma mais conveniente”.*

A BA5 está organizada por uma estrutura em linha vertical e estritamente hierarquizada (Rouco & Sarmiento, 2012), conforme é visível na Figura 5.

O órgão de Comando é dirigido pelo militar com maior antiguidade na Unidade (Coronel) que “assume as funções de dirigir, coordenar e controlar comandos, forças, unidades e estabelecimentos” (Decreto-Lei n.º 90/2015, 2015), e subdivide-se em dois Grupos: o Grupo Operacional 51 (GO51), que tem por missão “assegurar a prontidão das tripulações, dos meios aéreos atribuídos e do equipamento e infraestruturas operacionais da Unidade necessários à execução da atividade aérea programada” (Figura 4); e o Grupo de Apoio, que tem por missão “assegurar o normal funcionamento administrativo e logístico da Unidade visando permitir a execução das ações aéreas e a prontidão das aeronaves” (EMFA, 2021)

Um Grupo é chefiado por um militar com patente de Tenente-Coronel que coordena duas ou mais Esquadras na sua dependência, com patente de Major. Abaixo deste nível, estão as Esquadrilhas, Secções, Setores e Subsetores.

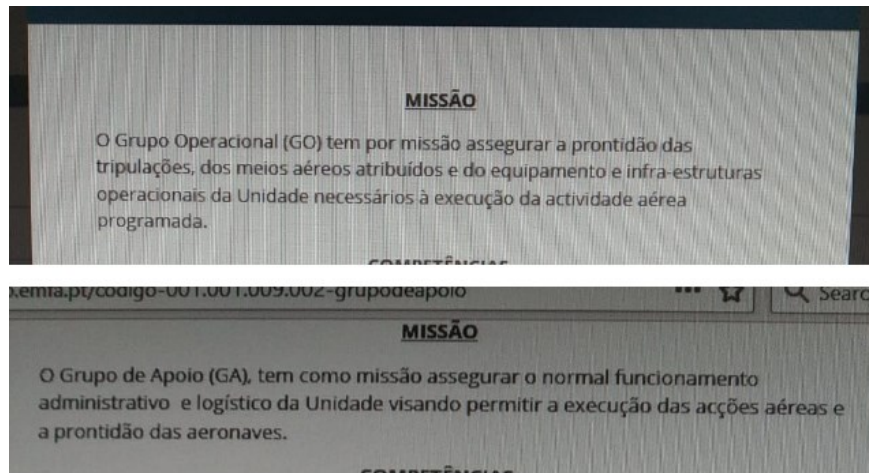


Figura 4 - Excerto da descrição da missão do GO e do GA, respetivamente. Acedido a 05/02/2021 (EMFA, 2021).

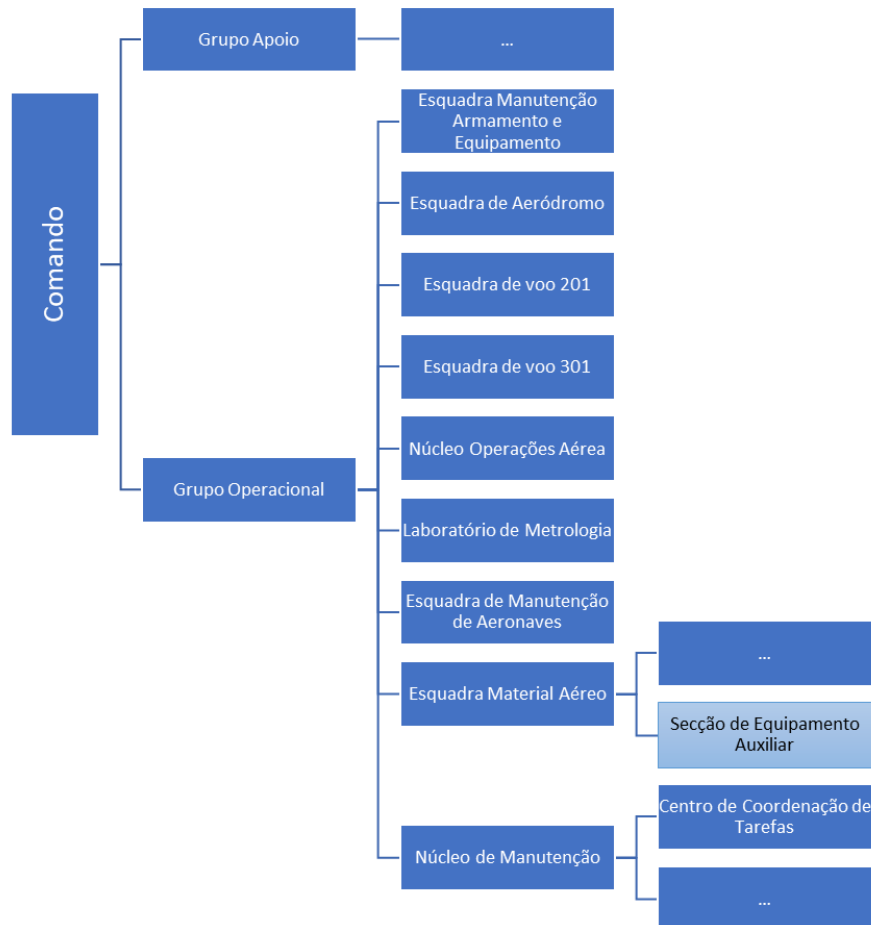


Figura 5 - Organograma (parcial) da Base Aérea N.º 5.

## 2.4 Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar

A Secção de manutenção de Equipamento Auxiliar tem a missão de assegurar a manutenção e o bom funcionamento dos equipamentos GSE. Está inserido dentro

da estrutura organizacional da Esquadra de Material Aéreo (EMAT), constituída essencialmente por secções com níveis de manutenção de 2.º e 3.º escalão.<sup>2</sup>

Na Base Aérea N.º 5, os equipamentos GSE assumem um papel de grande relevância para a manutenção da aeronave F-16, uma vez que têm como finalidade, prestar o apoio às ações de manutenção efetuadas em aeronaves.

A SEA é responsável pela manutenção de 273 equipamentos, distribuídos por 30 tipologias diferentes, subdivididos em 65 modelos. Funcionalmente, podem-se agrupar estes equipamentos da seguinte forma:

- Mobilidade de aeronaves, com a utilização de tratores de reboque;
- Carregamento de material/componentes de configuração da aeronave – *cargo loader e loader centerline*;
- Transporte de material – *trailers* de motores, *trailers* de transporte de carga;
- Fornecimento de energia elétrica – *power unit transfer*;
- Arrefecimento dos sistemas aviónicos – Ar Condicionado (AC)<sup>3</sup>;
- Transferência de pressão hidráulica – teste hidráulico;
- Armazenamento de óleo – Carros de serviço de óleo hidráulico e de motor;
- Sistema de pressurização da cabine – Teste de pressurização.

## **2.5 Conclusão**

Neste capítulo, introduziu-se uma breve apresentação da instituição e da unidade militar, na qual foi desenvolvido este projeto. Foi efetuada a descrição da Força Aérea Portuguesa, da Base Aérea N.º 5 e da secção de manutenção de Equipamento Auxiliar.

---

<sup>2</sup> Os níveis de manutenção são referidos no capítulo 3.

<sup>3</sup> O Ar Condicionado é designado CGAC – *Combination Generation/Air Conditioner Unit*. Tem a função de gerar e fornecer energia elétrica e ar frio para arrefecimento dos sistemas aviónicos da aeronave.

## CAPÍTULO 3: MANUTENÇÃO

Este capítulo tem o propósito de descrever o conceito da manutenção de acordo com a norma EN13306:2010, os tipos de manutenção e os níveis de manutenção (European Committee for Standardization, 2010).

### 3.1 A manutenção

De acordo com a norma EN 13306 (European Committee for Standardization, 2010), o conceito de manutenção é definido pela “*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 pode desempenhar a função requerida*”. Por outras palavras, a manutenção é a realização de um conjunto de ações que permitem manter o equipamento em bom estado de funcionamento para cumprir o seu propósito de forma a produzir o máximo de produtividade possível durante o seu tempo de vida útil.

De uma certa forma, podemos criar um termo de comparação entre a vida humana com o tempo de vida de uma máquina. Na fase infantil, uma criança está muito mais suscetível a desenvolver infeções, à medida que vai crescendo torna-se mais imune às infeções, havendo um decréscimo das doenças na fase adulta. Ao aproximar-se da idade geriátrica, tendencialmente, o seu sistema imunológico começa a ficar mais debilitado, ficando mais suscetível a desenvolver doenças. Em cada uma destas fases, os cuidados médicos são diferentes pois têm de se adaptar a cada uma das fases. Este tipo de evolução é semelhante à ocorrência de falhas numa máquina. No início da conceção do projeto de uma máquina, acontece um número significativo de falhas, que vão diminuindo até atingir uma “maturidade”, onde o número de falhas será mais reduzido. Após a maturidade e devido essencialmente á fadiga dos materiais, o número de falhas tenderão a aumentar em número significativo, conforme Figura 6 (François, 1996).

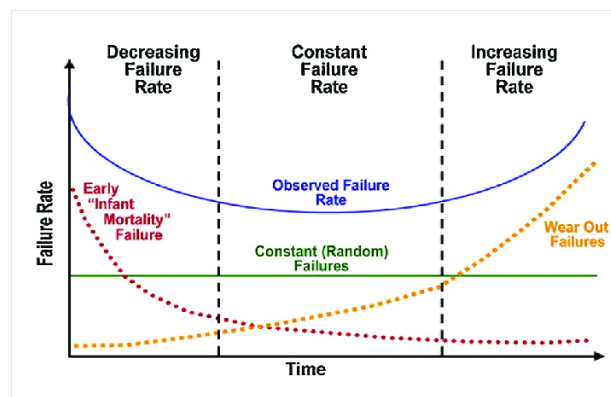


Figura 6 - Curva da banheira: representando as 3 principais causas de falhas nos componentes (Maisonnier, 2018).

Para cada uma destas fases de vida dos equipamentos, os planos de manutenção são ajustados ao nível da manutenção preventiva.

### **3.2 Organização da Manutenção**

As tarefas de manutenção podem ser agrupadas quanto ao tipo de manutenção.

Existem diferentes classificações do tipo de manutenção, a estrutura apresentada na Figura 7, segue a classificação dada pelo autor (Monchy, 1989).

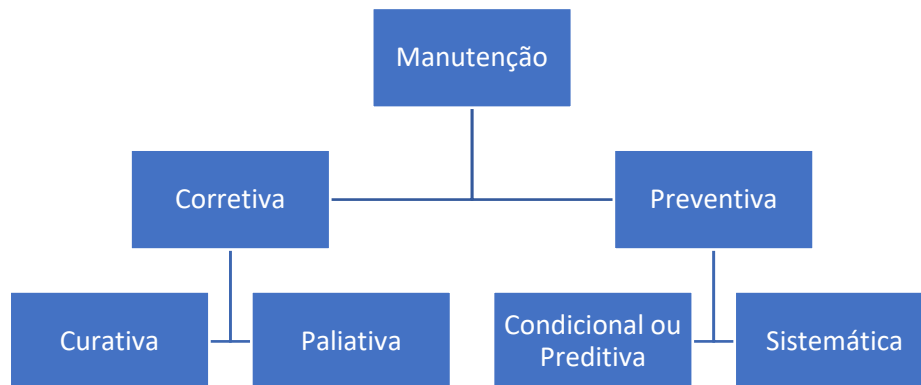


Figura 7 - Tipos de manutenção (Monchy, 1989).

#### **3.2.1 Manutenção preventiva**

A manutenção preventiva consiste num tipo de manutenção que é realizada em intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com os critérios definidos pelo fabricante do equipamento para serem cumpridos, de forma a garantir o bom funcionamento durante o período de vida útil da máquina, com o objetivo de minimizar a degradação prematura de um componente (European Committee for Standardization, 2010).

Esta ação de manutenção é baseada em dados estatísticos e em função do ambiente, regime de esforço (tipo de utilização), e dados do fabricante. A manutenção preventiva por ser subdividida em manutenção sistemática e manutenção condicional.

Esta ação tem as seguintes vantagens:

- Diminuição do número de ações de intervenção corretiva;
- Aumento da fiabilidade do equipamento;
- Preservação da vida útil do equipamento.

#### **Manutenção Sistemática ou predeterminada**

A manutenção sistemática é caracterizada pela realização das ações de manutenção pré-determinadas pelo fabricante, por exemplo, a substituição do líquido de refrigeração e filtros.

## Manutenção Condicional/Preditiva

É uma ação que resulta de estudos efetuados, que podem ter origem na análise de falhas anotadas no registo de manutenção a determinados componentes (preditiva) ou pela avaliação/monitoramento dos parâmetros significativos da degradação do item. A título de exemplo, a análise de falhas requer instrumentos específicos que permitem analisar as vibrações anómalas ou a evolução da vibração, o ruído excessivo e a temperatura (Almeida, 2014, p. 23).

A implementação da manutenção preditiva tem os seguintes benefícios:

- Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica, possibilitando o máximo aproveitamento do equipamento;
- Impedir que a degradação do componente prejudique outros componentes associados;
- Planeamento e controlo mais eficaz para agilizar a aquisição de peças sobressalentes para *stock*.

### 3.2.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é um tipo de manutenção não programada, que é executada após surgir uma falha de funcionamento no equipamento, com a finalidade de repor o seu estado normal de funcionamento. Este processo é o mais básico da estrutura da manutenção e o que implica maior prejuízos do fluxo de produção.

A manutenção corretiva é subdividida em manutenção paliativa e curativa.

Esta ação tem os seguintes impactos:

- Diminuição da vida útil dos equipamentos;
- Perigo de segurança – a fratura de elementos de alta velocidade de rotação, podem causar sérios danos físicos a quem estiver na sua proximidade;
- Atrasos nos planos de manutenção das aeronaves que podem levar ao incumprimento da missão.

### Manutenção Paliativa

Consiste numa ação de reparação provisória, que não prejudique a segurança e a vida útil do equipamento. Pode ser uma medida tomada para determinada situação que apenas disfarça e não resolve o problema. Está relacionada a pequenas reparações, por exemplo: cabos soltos, fechaduras danificadas, tubo roto.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> A manutenção paliativa não está referida na norma EN 13306:2010. Decidiu-se inserir este tipo de manutenção por ser praticada na SEA, como ação provisória.

## Manutenção Curativa

É uma reparação com carácter definitivo, efetuada sem demora após uma falha ter sido detetada e permite evitar inaceitáveis consequências.<sup>5</sup>

### 3.3 Níveis de manutenção

Independentemente do tipo de manutenção, cada ação pode ser classificada quanto ao seu nível de complexidade. A norma EN 13306:2010 (European Committee for Standardization, 2010) estabelece 5 níveis de manutenção, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Níveis de manutenção (European Committee for Standardization, 2010, p. 14).

NÍVEL	DESCRIÇÃO	EXECUTANTE
1	Ações simples previstas pelo construtor sem desmontagem do equipamento ou substituição de elementos acessíveis com toda a segurança. Ex. inspeções visuais de segurança e verificação do nível de óleo (manutenção de rotina). <sup>6</sup>	Operador
2	Reparações através de substituição de elementos "standard" previstos para este efeito ou operações menores de manutenção preventiva. Ex. Troca de filtros de óleo.	Técnico habilitado. Em algumas situações o operador.
3	Ações complexas com procedimentos detalhados, que implica que seja feita a identificação e diagnóstico de avarias, reparação por substituição de componentes funcionais, reparações mecânicas menores. Ex. Substituição de um manómetro de pressão.	Técnico especializado no local ou equipa de manutenção.
4	Ações que implicam o conhecimento de uma técnica ou tecnologia. Ex. Substituição da correia de distribuição.	Técnico especializado
5	Ações que implicam conhecimento detido pelo fabricante ou empresa especializada. Ex: Reconstrução de um motor de arranque, reparação de um motor de combustão gripado.	Técnicos especializados e que pode requerer uma equipa de manutenção polivalente.

### 3.4 Manutenção de equipamento GSE

O planeamento e execução da manutenção é fundamental para evitar a falha de funcionamento, durante a operação de um equipamento GSE e para diminuir o tempo médio que decorre entre falhas – MTBF (*Mean Time Between Failures*). As falhas na operacionalidade de um equipamento podem acarretar elevados custos na concretização da manutenção corretiva ou ocasionar incidentes com consequências desastrosas (ex.: um elemento de um componente rotativo, ao fraturar-se pode causar danos físicos a algum técnico ou danificar uma aeronave, presente nas suas

<sup>5</sup> Na norma EN 13306:2010 é referida como manutenção corretiva imediata. Como não foi mencionada a manutenção corretiva diferida por não se praticar na SEA, considerou-se apenas a manutenção corretiva de uma forma mais genérica.

<sup>6</sup> A manutenção de rotina pode incluir ações de limpeza, verificação do nível dos fluídos de lubrificação e de refrigeração e apertos de conexões.

imediações). Desse modo, um bom protocolo de manutenção mecânica é extremamente importante, para promover a segurança dos trabalhadores e prevenir danos nos equipamentos das aeronaves.

A manutenção da SEA segue a classificação do tipo de manutenção do autor (Monchy, 1989), representada na Figura 7. Dentro da manutenção corretiva, referida nesta secção (gíria) por manutenção inopinada, a manutenção curativa é a que tem maior frequência e incidência, nos equipamentos de maior complexidade, a manutenção paliativa ocorre com menor frequência e por problemas de baixo impacto, como por exemplo a fechadura de painéis danificados, cabos soltos ou pequenas fugas em tubos.

A atuação da manutenção da SEA incide sobre o 2.º e 3.º nível de manutenção, sendo o 1.º nível atribuído aos operadores do equipamento GSE.

### **3.5 United State Military standard**

Nos equipamentos GSE da SEA é aplicado o sistema de padronização da *United State Military Standard*, também designado por *military standard*, MIL-STD ou MIL-SPEC. Estas normas são empregues pelo *Department of Defense*, na padronização do material utilizado na *United States Armed Forces*.

A padronização permite caracterizar o material militar e garantir, que os produtos cumpram requisitos específicos, semelhanças e confiabilidade. A padronização permite atingir a compatibilidade e a interoperabilidade, com as forças aliadas e entre os diversos departamentos. A interoperabilidade é uma capacidade fundamental no contexto militar, que consiste na capacidade de certos componentes poderem ser utilizados em vários equipamentos. No contexto de um teatro operacional conjunto (com forças aliadas), a utilização de componentes, que seguem este sistema de padronização possibilita uma valiosa vantagem competitiva e maior eficiência na utilização de recursos colocados à disposição dos intervenientes. a padronização pode contribuir para uma redução dos custos e otimizar os requisitos de engenharia dos sistemas e facultar o consenso sobre descrição dos requisitos.

Existem cinco tipos de documentos no programa de padronização – *Defense Standardization Program (DSP)*, que estão resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Tipos de documentos do programa de padronização (DSP) (Department of Defense, 2021)

<b>SIGLAS</b>	<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>MIL-HDBK</b>	<i>Defense handbook</i>	Documento guia, que contém os padrões técnicos, de engenharia, procedimentos e informação sobre o material.
<b>MIL-SPEC</b>	<i>Defense specification</i>	Descreve os requisitos técnicos essenciais, para material de uso exclusivo militar ou material modificado para comercialização.
<b>MIL-STD</b>	<i>Defense standard</i>	Documento que estabelece os padrões dos processos de qualidade de engenharia, requisitos técnicos para uso exclusivo militar ou para uso comercial e métodos para realização de testes.
<b>MIL-PRF</b>	<i>Performance specification</i>	Define os requisitos funcionais do produto, o ambiente no qual ele deve operar; ( <i>interface</i> ) a relação com outros elementos de natureza diferente e as características de permutabilidade; sem especificar os procedimentos.
<b>MIL-DTL</b>	<i>Detail specification</i>	Especifica os requisitos projetados: tipo de material, dimensões e requisitos de fabrico. Contempla os requisitos de desempenho e pormenores técnicos dos produtos.

A MIL-SPEC e o MIL-STD e MIL-PRF são as especificações que apresentam maior interesse prático, porque descrevem os procedimentos e as normas utilizadas nas referências dos desenhos técnicos, padrões de qualidade e características funcionais e especificações técnicas. A Tabela 4 indica algumas especificações utilizadas na SEA.

Tabela 4 - Exemplo de especificações militares utilizadas na SEA.

<b>MIL</b>	<b>DESCRIÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO</b>
<b>MIL-PRF-2104H</b>	Óleo de lubrificação do motor: SAE Grade 40, 15W-40 ou 5W-40
<b>MIL-PRF-10924H</b>	Massa consistente <i>multi-purpose</i>
<b>MIL-STD-162</b>	Procedimentos mínimos para o acondicionamento de material
<b>MIL-STD-12D</b>	Abreviações para uso em desenhos técnicos.
<b>MIL-B-46176<sup>7</sup></b>	Especificação do fluido dos travões à base de silicone

<sup>7</sup> Referência anteriormente utilizada na anterior revisão, onde a letra B indica a primeira letra do produto, por exemplo B=*Brake, Battery*. A atual referência da norma é MIL-PRF-46176.

### **3.6 Conclusão**

Uma área de manutenção segue um plano de manutenção adaptado ao tipo de indústria e aos objetivos a cumprir. O plano de manutenção é assente num tipo de manutenção específica, que determinada em função dos objetivos propostos pela instituição. Neste capítulo foi efetuada a descrição dos diferentes tipos e níveis de manutenção.

Existem vários autores, que classificam os diferentes tipos de manutenção, conforme (Trojan et al., 2013) resume no seu trabalho. Todavia, abordou-se a classificação do autor (Monchy, 1989), por representar o atual modelo de gestão implementado na manutenção da Secção de Equipamento Auxiliar. Relativamente aos níveis de manutenção e da terminologia aqui empregue, seguiu-se a norma europeia EN 13306:2010.



## CAPÍTULO 4: FILOSOFIA LEAN

O *lean thinking* está a ganhar cada vez mais força dentro das organizações, devido ao sucesso que tem demonstrado. No seguimento do tema do trabalho, é feita uma revisão literária sobre a filosofia *lean*, descrevendo sucintamente, o aparecimento desta filosofia, os conceitos (valor, tipos de desperdícios, ...) e as ferramentas (diagrama de *spaghetti*, *kanban*, 5S) que foram aplicados neste trabalho.

### 4.1 A origem do *Lean*

A crise económica no Japão, após a Segunda Grande Guerra Mundial, originou um período de escassez de alimentos e matéria prima (Drifte & Green, 1996). Esta escassez forçou os japoneses a maximizar o aproveitamento dos recursos existentes e a minimizar os desperdícios, motivando o desenvolvimento de uma nova mentalidade na cultura japonesa, tanto a maneira de pensar de cada um, como também nos processos de produção da indústria japonesa.

Na mesma altura, no ocidente, o modelo de manufatura implementado por Henry Ford e Frederick Taylor, destacava-se pelo sucesso com o sistema de produção em massa, através do uso de linhas de montagem. Os engenheiros Taiichi Ohno e Eiji Toyoda da Toyota, ao conhecerem as instalações da Ford, ficaram empolgados com o modelo de trabalho e procedimentos de fabrico implementados na Ford. No entanto, reconheceram que este modelo permitia o desperdício de recursos materiais, a desorganização do espaço físico, perdas de tempo de trabalho e excessivo esforço humano e perceberam que conseguiriam melhorar este modelo. Adaptaram-no à cultura japonesa e tomaram como base o conceito do “*kaizen*”, que é traduzido como o aperfeiçoamento contínuo, dando lugar ao famoso sistema de produção da Toyota (*TPS -Toyota Production System*) (Pinto, 2014).

O modelo TPS destacou-se por ser mais económico e racional, concentrando-se na eliminação de tarefas ou meios que não acrescentavam valor ao produto final, ficando conhecido como manufatura magra – *Lean manufacturing* (Pinto, 2014).

O termo *lean* foi aplicado pela primeira vez no livro intitulado “*lean thinking*” de James Womack e Daniel Jones em 1996. Tornando-se a partir dessa altura um termo de referência para designar a filosofia de liderança e gestão, que tem como objetivo a sistemática eliminação do desperdício (Pinto, 2014).

## **4.2 O que é LEAN**

Em inglês, a palavra *Lean* significa enxuto/magro. É uma metodologia que permite reestruturar e aperfeiçoar um processo, através da eliminação dos desperdícios existentes, dando a máxima importância às tarefas que acrescentam valor, para o cumprimento da missão da organização, permitindo chegar com melhor eficiência ao produto final.

Esta metodologia está inicialmente focada na eficiência dos processos, de modo a libertar recursos, para depois, se dedicar à eficácia do processo, este conceito pode ser exemplificado da seguinte forma: “um pasteleiro é eficaz, quando prepara um saboroso bolo, mas um pasteleiro apenas se torna eficiente, quando consegue fazer um bolo saboroso, utilizando metade da farinha ou metade do tempo, do que os seus colegas utilizam” (Loze, 2020).

Na cultura japonesa, o *Genba* é o local onde se cria valor – local de trabalho (planta fabril ou *shop floor*). É um espaço, que o gestor de produção deve visitar regularmente, para observar o desenvolvimento do “produto”, desde como é feito, à ordem que lhe deu origem, para propor ações de melhoria, ao invés de passar praticamente todo o tempo, no escritório a elaborar planeamentos (Loze, 2020).

## **4.3 Conceito Valor**

Qualquer análise que façamos a um serviço ou objeto, associamos intrinsecamente a noção de valor. Habitualmente a esta variável, ancoramos um valor monetário que mensura ou quantifica a importância que lhe damos, seja a nível da comparação que façamos a outro produto, serviço ou até ao tempo que necessitamos para adquirir essa importância monetária. Este conceito não pode ser reduzido, apenas ao que recebemos em troca pelo que pagamos, então, onde estaria o valor de um produto obtido de forma gratuita? “Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo”.

A existência de uma organização é obtida e justificada pela sua capacidade em gerar valor, de uma forma sustentada, disponibilizando-o às pessoas que, direta ou indiretamente, se servem dos seus produtos ou serviços, motivando os colaboradores, para que estes continuem a apoiar o desenvolvimento da organização.

## **4.4 Kaizen**

Kaizen é uma palavra de origem japonesa, composta por dois ideogramas (Figura 8), que significa “mudar para melhor” ou também designada por “melhoria contínua”. Na cultura japonesa, este conceito não se cinge apenas à execução, numa empresa, de uma tarefa, num determinado intervalo de tempo, mas à utilização contínua do conceito, em todas as vertentes da vida pessoal e profissional e aos processos de criação de valor de uma empresa.



Figura 8 - Ideograma japonês da palavra Kaizen (Moraes, 2020)

Assim, conforme afirma Massaki Imai, “*Kaizen* [...] significa melhoria. Para além disso, significa melhoria contínua na vida pessoal, doméstica, social e profissional. Quando aplicado no local de trabalho, o *KAIZEN* significa melhoria contínua, envolvendo todos – gerentes e trabalhadores” (Kaizen Institute, 2020).

*Kaizen* deve ser compreendido, como uma filosofia, como um valor intrínseco à cultura da empresa e não uma ferramenta. Deve utilizar a criatividade e a engenhosidade dos colaboradores, para identificar os problemas e depois desenvolver e implementar ideias, que permitam resolver de forma incessante, os problemas identificados. A filosofia *Kaizen* segue princípios, como:

- Bons processos trazem bons resultados;
- Veja por si mesmo, para entender a situação atual;
- Fale com informação, gerencie com factos;
- Haja com medidas, para conter e corrigir as causas principais dos problemas;
- Trabalhe em equipa.

A prática desta filosofia, ensina-nos que a implementação de pequenas mudanças, ao longo do tempo, geram grandes resultados. Estas mudanças devem ser empregues gradualmente, para não perturbar o equilíbrio da estrutura laboral, trabalhando de forma equilibrada e satisfatória, tendo consideração a estabilidade financeira e emocional do empregado, promovendo a existência de um clima organizacional agradável, conjugando-o com um ambiente de trabalho simples e funcional.

#### 4.5 Princípios do *lean*

A implementação da filosofia *lean* segue cinco princípios, organizados em sequência que podem orientar na implementação do *lean* nas instituições (Womack & Jones, 1996). (CTL, 2008) propôs a revisão dos princípios, sugerindo a adição de dois novos princípios: “Conhecer os *stakeholders*” e “inovar sempre”. Esquematizado na Figura 9.

Os princípios *lean* revistos são:

- Conhecer os stakeholders – Conhecer todos os interessados no negócio, tanto o cliente final como os seus colaboradores. O cliente é quem mantém o negócio viável, mas os colaboradores, fornecedores, ... são a energia que move o negócio. É fundamental servir melhor o cliente, mas da mesma forma, todos os demais envolvidos no processo (colaboradores), devem receber o devido valor para que sintam que “vale a pena” continuar a apoiar o desenvolvimento da organização (Pinto, 2014);
- Definir os Valores – É o cliente que define os valores pretendidos e não a instituição, portanto, é importante perceber quais as necessidades do cliente e definir os valores “culturais” da instituição;
- Definir cadeias de valor – As instituições têm de satisfazer todos os *stakeholders*, com o respetivo valor, para que isso aconteça, deverá ser definida a cadeia de valor para cada parte interessada e procurar manter o equilíbrio de interesses entre todos os agentes organizacionais;
- Otimizar o fluxo – Procurar sincronizar todos os meios envolvidos, que induza à incrementação de um fluxo de produção fluído e potencie a redução dos desperdícios;
- Implementar o pull system – Produzir apenas o que é pedido pelo cliente (*pull*), e evitar empurrar (*push*) a produção para o cliente, que suscitará a acumulação de *stocks*;
- Procurar pela perfeição – Procurar e incentivar a melhoria contínua, para conseguir satisfazer rapidamente, as novas expectativas, necessidades e interesses dos clientes, que frequentemente se alteram;
- Inovar constantemente – Criar serviços e produtos novos.



Figura 9 - Os sete princípios *lean* (Pinto, 2014).

## 4.6 Metodologias e Ferramentas *lean*

O *lean thinking* é orientado para a maximização do valor, através da redução dos desperdícios, recorrendo a um conjunto de métodos e ferramentas que ajudam a atingir o fim a que se destinam.

A seguir são apresentados alguns mecanismos que contribuem para alcançar a melhoria dos processos: *drivers*, metodologias e algumas ferramentas.

### 4.6.1 O Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é conhecido como o ciclo de Deming ou ciclo de melhoria contínua, que consiste na execução de uma sequência de quatro passos, que permitem alcançar o objetivo do *lean thinking*, ilustrado na Figura 10. O ciclo de Deming juntamente com o “método científico, são identificados como metodologias, que disciplinam e suportam a melhoria contínua.” Enquanto o método apoia o estudo dos problemas e das oportunidades, o ciclo PDCA é um método formal para implementar mudanças (Pinto, 2014, p. 54):

- **Planejar:** O problema deve ser formulado e contextualizado com todos os membros da equipa, para que haja um bom entendimento sobre o problema; deve-se procurar identificar as causas e criar um plano de ação que perita encontrar a resolução;
- **Fazer:** Nesta etapa, sem esperar pela conceção do plano perfeito, é implementado o plano com pequenas iniciativas, que resultem em *quick wins*;
- **Verificar:** Observar os resultados obtidos, assimilar as lições apreendidas, partilhar as boas práticas e comparar com os resultados idealizados;
- **Atuar:** Com base nos dados recolhidos e analisados, devem ser implementadas as possíveis melhorias.



Figura 10 - Ciclo PDCA (SEEPIX, 2018).

Apesar de o ciclo PDCA na Figura 10, estar representado por quatro partes iguais, é importante atribuir 50% do tempo ao planeamento, de forma a ter uma atuação mais eficaz e com o menor número de interrupções do fluxo de produção, 15% para o passo “fazer” e “verificar” e os restantes 20% na “ação”. Ao dedicar mais tempo ao planeamento e à ação do ciclo de melhoria é provável a obtenção de um melhor resultado, após a concretização do primeiro ciclo. Este ciclo é repetido continuamente, até que a perfeição seja alcançada (Pinto, 2014).

#### **4.6.2 Conceito 5S**

O Conceito 5S ou *House keeping* é um conjunto de práticas desenvolvidas no Japão que inicialmente eram utilizadas pelas donas-de-casa japonesas.

De acordo com (Vanti, 1999), “ [...] é um sistema organizador, mobilizador e transformador de pessoas e organizações. Assim como as filosofias do *Just-in-time* (no tempo certo), *Kaizen* (melhoria contínua), [...].”

O 5S é implementado com o objetivo de melhorar as condições de trabalho e criar um ambiente de “qualidade”, que se apresente limpo e bem organizado. O 5S é uma das primeiras ferramentas para melhorar as condições de trabalho e a qualidade dos produtos e serviços, envolvendo o quotidiano de toda organização (Silva, 1996).

A nomenclatura 5S, resume os cinco sentidos que compõem as iniciais de cada um em japonês (Figura 11):

- *SEIRI* – Senso de utilização. Separar o que é útil do que não é. Melhorar o uso do que é útil;
- *SEITON* – Senso de organização. Um lugar para cada coisa. Cada coisa no seu lugar;
- *SEISO* – Senso de limpeza. Limpar e evitar sujar;
- *SEIKETSU* – Senso de padronização. Padronizar as práticas saudáveis;
- *SHITSUKE* – Senso de disciplina ou autodisciplina. Assumir a responsabilidade de seguir os padrões saudáveis.

Cintando (Silva, 1996), “somente quando os empregados se sentirem orgulhosos por terem construído um local de trabalho digno e se dispuserem a melhorá-lo constantemente, ter-se-á compreendido a verdadeira essência do 5S”.



Figura 11 - Diagrama 5S (Megapixel, 2021).

#### 4.6.3 Gestão visual

A visão é o sentido sensorial que capta maior quantidade de informação, o ser humano é o que mais faz uso desse Sentido para interpretar o mundo que o rodeia. Por este motivo, a sinalização torna os processos mais simples, sendo uma comunicação mais fácil e “universal”, que permite aumentar a eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas.

Podem ser aplicados, por exemplo: cartões *kanban*, sombras das ferramentas numa gaveta ou placar de parede, marcas no chão ou roupa colorida (Pinto, 2014).

#### 4.6.4 Diagrama de *spaghetti*

De acordo com (Womack & Jones, 1996), o diagrama de *spaghetti* é uma ferramenta visual que faz um mapeamento de todas as deslocações realizadas por um técnico durante a execução de uma tarefa ou determinado procedimento. Ao identificar-se as deslocações desnecessárias (desperdício), esta ferramenta permite conceber um espaço laboral (*layout*) mais eficiente através de uma correta disposição dos equipamentos e células de trabalho.

#### 4.6.5 Os 5W

Perante a identificação de um problema, é importante perceber qual foi a causa que o originou, para evitar que o problema se volte a repetir.

A aplicação da análise 5W, consiste na formulado dos cinco porquês, em inglês os *five whys*. Esta análise ajuda a estruturar o pensamento para determinar a causa. Se a resposta para o problema é encontrada à terceira pergunta, de forma satisfatória

(porque um problema pode ter múltiplas causas geradoras), já não é necessário formular mais questões. O procedimento dos 5W está esquematizado na Figura 12.

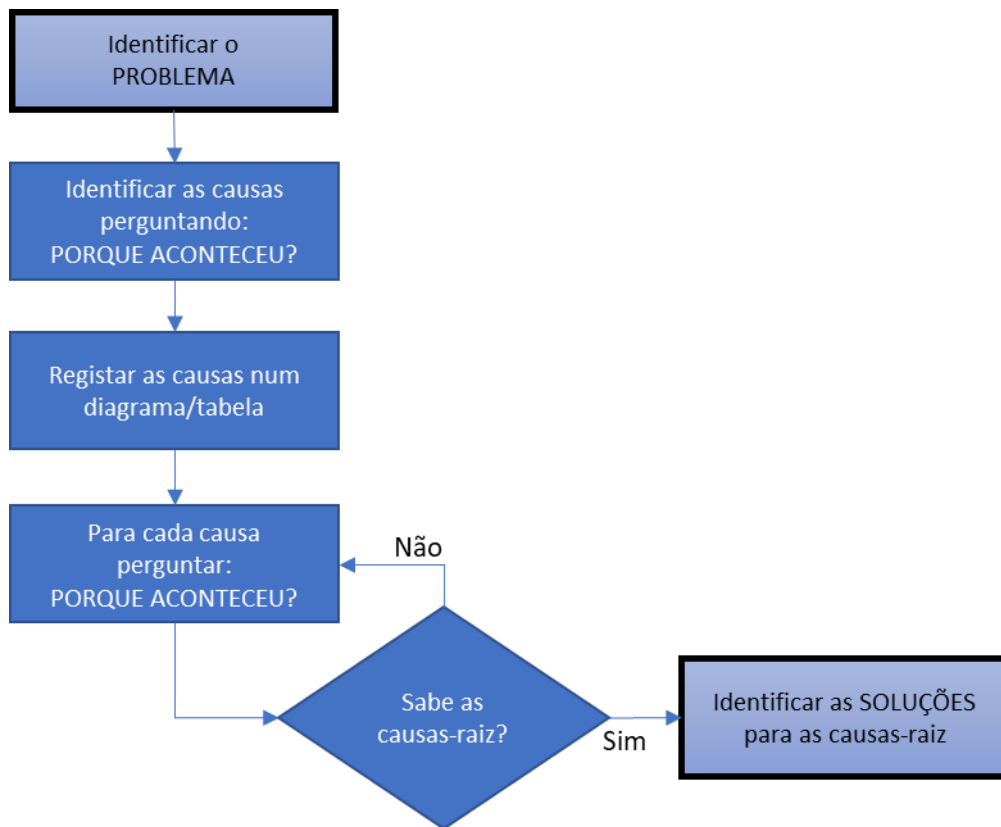


Figura 12 - Procedimento dos 5W (adaptado de (Pinto, 2014)).

#### 4.6.6 Ferramentas de qualidade

Existem sete ferramentas da qualidade que podem ajudar no processo *Kaizen*: O fluxograma, histograma, folhas de verificação, Análise ABS (gráfico *Pareto*), Gráfico de tendência e o gráfico de dispersão (Pinto, 2014, p. 90).

**Fluxograma:** Esquematiza um processo de uma forma simples a fim de facilitar a compreensão e análise do objeto de estudo;

**Histograma:** Gráfico que representa a distribuição das frequências das variáveis em estudo. A disposição da informação permite visualizar os valores centrais, a dispersão em todos dos valores centrais e a forma da distribuição, bem como identificar qual variável que apresenta maior moda;

**Gráfico de tendências:** O gráfico de tendências permite identificar padrões de comportamento de um indicador num período de tempo, possibilitando assim, entender se a sua variação é tendencialmente crescente, sazonal e/ou cíclica, por exemplo (FM2S, 2021);

**Análise ABC:** Também conhecida como regra 20/80 ou princípio de *Pareto*. Esta ferramenta classifica os problemas em duas categorias, e afirma que 20% das causas principais são responsáveis por 80% dos problemas. A partir deste princípio, podemos classificar as prioridades para os problemas que são efetivamente mais importantes;

**Gráfico de dispersão:** É uma ferramenta utilizada para estudar a relação, entre duas variáveis no âmbito da causa-efeito. A variável independente é a causa que provoca o efeito, e a variável dependente é o efeito (consequência gerada). Este tipo de gráfico permite validar se a variável independente tem impacto real em determinada variável dependente;

**Folhas de verificação:** É uma folha de registo de ocorrências de eventos, de registo rápido e orientador, na medida em que apresenta todos os pontos a serem observados possibilitando ao utilizador focar-se apenas na recolha/verificação das variáveis, sem se preocupar com os passos do processo. Este tipo de folha, também é usado para identificar não conformidades no processo.

#### 4.6.7 Sistema *KANBAN*

*Kanban* é um método de gestão visual, desenvolvido pela Toyota, por Taiichi Ohno, que integra o modelo *just-in-time*, para minimizar os custos de material em processamento e reduzir os *stocks* entre os processos. É um dos métodos mais populares da metodologia *lean*.

É uma ferramenta de controlo do fluxo de material, pessoas e informação no *shop floor* (*Genba*) que garante o funcionamento do *pull system*, que se baseia no princípio, em que as atividades se iniciam apenas na presença de um pedido ou ordem do “cliente” (Pinto, 2014).

Um conjunto de cartões coloridos é utilizado para tornar o processo mais fluido e para indicar o andamento dos fluxos de um processo (produção em série). Nestes cartões são colocadas indicações sobre uma determinada tarefa, por exemplo: “para executar”, “em andamento” ou “finalizado”.

Em contexto de armazenamento, o *kanban* é um sistema de produção em pequenos lotes. Cada lote é armazenado em recipientes uniformizados, contendo um número definido de peças. Para cada lote mínimo contido no contentor, existe um cartão *kanban* correspondente. As peças dentro dos recipientes, acompanhadas pelo seu cartão, são movimentadas através dos centros de trabalho, sofrendo as diversas operações do processo, até chegarem à expedição sob a forma de produtor acabado (Pinto, 2014).

#### 4.7 Conclusão

A metodologia *lean* é constituída por um conjunto de ferramentas que permitem tornar um local de trabalho mais eficiente. As ferramentas por si só não trazem o sucesso, pois esta metodologia, deve estar inserida dentro da cultura da empresa daí ser designada uma filosofia.

Tendo em conta o objetivo do trabalho, foram apenas apresentados os conceitos e as ferramentas mais vocacionadas para os casos em estudo nos próximos capítulos.



## **CAPÍTULO 5: ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO**

O capítulo cinco, descreve o macro funcionamento da gestão da SEA, designadamente o processo de manutenção e o processo logístico. Com base nos registos da manutenção, procura-se perceber quais são os equipamentos mais críticos em função da sua taxa de fiabilidade, de modo a identificar, quais são os componentes sobressalentes que podem condicionar a execução das tarefas de manutenção.

### **5.1 Fluxo da manutenção dos equipamentos GSE**

O Núcleo de Manutenção (NM) é o serviço responsável pelo planeamento e coordenação das atividades de manutenção do F-16, incluindo a verificação da movimentação dos GSE na área do aeródromo. Em função dessas atividades, cumpre à SEA, planear e executar a manutenção dos GSE, de forma a garantir o nível de prontidão dos equipamentos GSE, que são solicitados para a realização da missão do NM.

A manutenção programada dos GSE é gerida não só em função do tempo, mas também em função do potencial (taxa de utilização) dos equipamentos e dos seus componentes: horas de funcionamento ou número de *starts* (quantidade de arranques).

No caso de uma manutenção programada, o procedimento é iniciado pela SEA. O Centro de Distribuição de Tarefas (CDT), setor responsável pela coordenação das equipas no terreno e que pertence ao NM, é contactado para movimentar o GSE pretendido, para o hangar de manutenção da SEA, através do operador de reboques, designado M16.

No hangar da SEA, o mecânico receciona o equipamento, regista o número de horas de funcionamento e analisa a folha de registos dos operadores, para verificar se há alguma anotação feita. Após análise do histórico de avarias, é verificado se há a necessidade de agendar algumas tarefas de manutenção complementares, para além dos procedimentos estipulados pelo manual técnico.

Se houver capacidade técnica de execução na SEA, são identificados todos os consumíveis necessários para realizar a manutenção do equipamento. Caso se verifique que não há capacidade técnica, é despoletado um processo administrativo para se realizar a reparação numa entidade externa à Força Aérea Portuguesa.

Quando os trabalhos estiverem concluídos, é encerrada a folha de obra e o CDT é informado para movimentá-lo de volta para o parque do GSE, para que possa ficar disponível para as operações de manutenção do F-16.

Caso o equipamento seja também controlado em função do potencial de funcionamento (horas ou *starts*), o utilizador ao verificar que o limite está prestes a ser alcançado, informa o CDT (Figura 13).

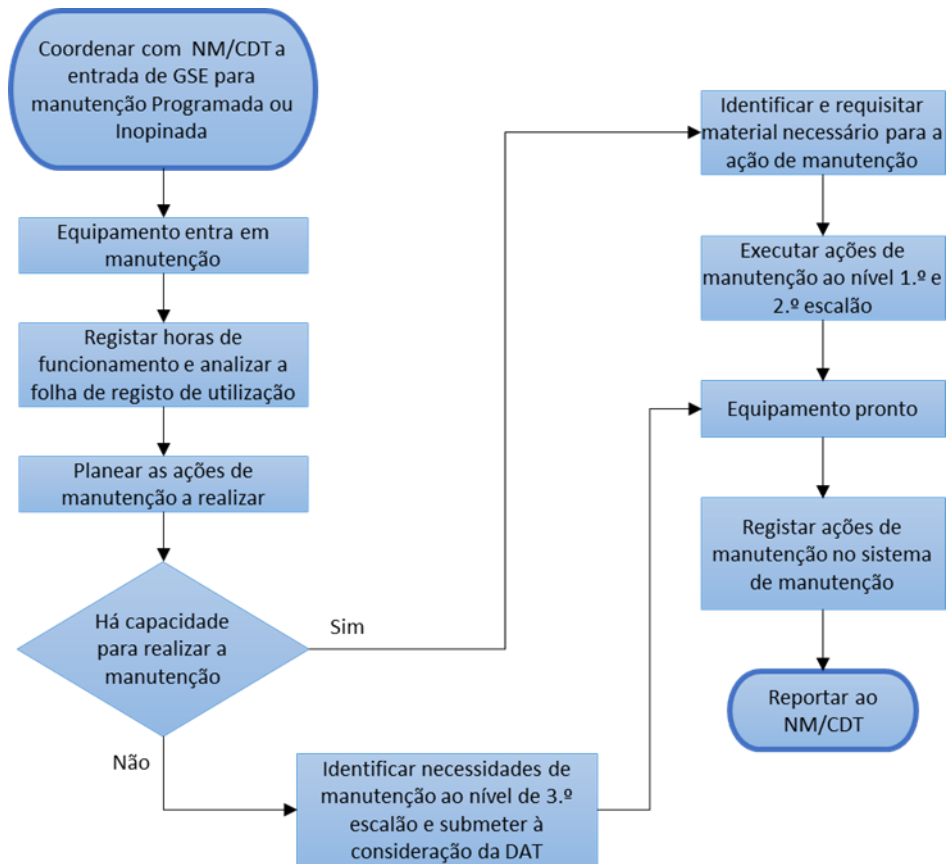


Figura 13 - Processo de coordenação de uma ação de manutenção.

## 5.2 Circuito logístico

A ocorrência de avarias inopinadas nos equipamentos exige uma intervenção rápida e eficaz, por parte da secção de manutenção, de modo a solucionar o problema. Na impossibilidade de responder eficazmente, surgem enormes prejuízos na cadeia de criação de valor da instituição/empresa, conduzindo a quebras de produtividade e a reajustes nos planeamentos. O circuito logístico deve apresentar uma grande capacidade de reação, que lhe permita dar resposta a este tipo de situações.

A FAP como uma entidade pública, tem o seu processo aquisitivo, bastante complexo e burocrático, designadamente a legislação pela qual se regula e pelas regras administrativas adotadas. Dependendo do tipo de material, serviço pretendido ou montante envolvido, devem ser seguidas as normas definidas pelo Código dos Contratos Públicos (CCP), na adjudicação direta, consulta prévia ou concursos públicos. Estes procedimentos de aquisição, obrigam as áreas de manutenção a efetuar o controlo e previsão de necessidades, a existência de *stocks* de material crítico, que permita garantir os quantitativos mínimos de componentes, de modo a minimizar o impacto causado pelo processo aquisitivo. Na criação de *stocks*

estratégicos é essencial efetuar um planeamento eficiente e garantir que este seja revisto periodicamente (Figura 14).

A reposição dos componentes, pode ser satisfeita através de aquisição ao mercado local, requisição à Esquadra de Abastecimento (EABST) da Unidade, com a atribuição de manter os *stocks* de material crítico em níveis positivos, ou recorrendo ao sistema *kanban*, também gerido pela EABST, localizado nas secções de manutenção.

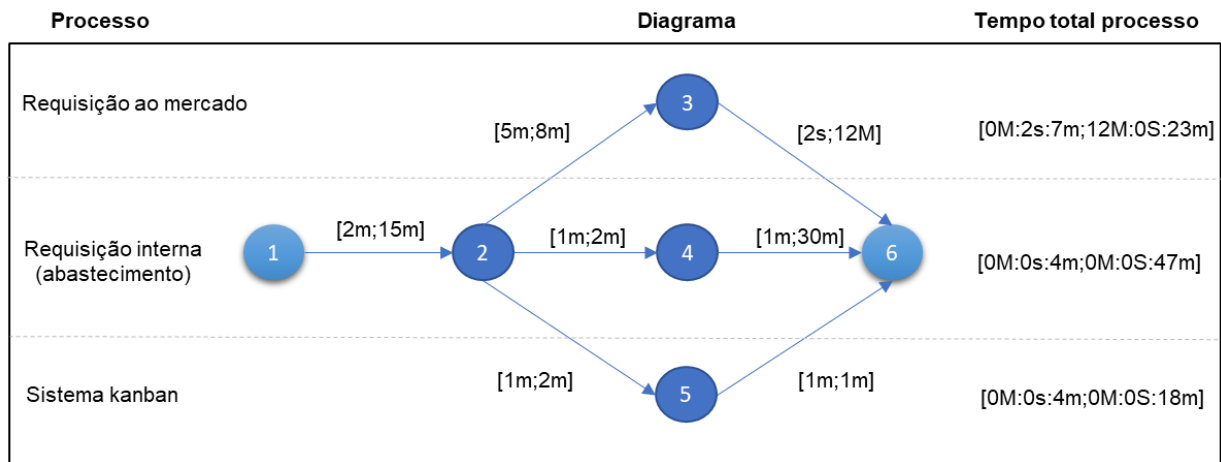


Figura 14 - Processo logístico: requisição ao mercado local, interna e com recursos ao sistema *kanban*. Legenda: [tempo mínimo; tempo máximo]; m – minutos, s – semanas, M – meses.

A Figura 14 esquematiza os processos logísticos disponíveis para o fornecimento de material, através dos arcos presentes nessa rede. Na rede, cada vértice (identificado pelos números 1, 2, 3, ...) representa uma etapa, conforme descrito Tabela 5.

Tabela 5 - Descrição das etapas do processo de aquisição.

ETAPAS N(v1)	DESCRIÇÃO
1	Necessidade de um artigo sobressalente
2	Identificação e verificação da existência do artigo
3	Aquisição ao mercado
4	Requisição ao abastecimento
5	Levantamento nas prateleiras <i>kanban</i>
6	Movimentação para junto do equipamento

Na Tabela 6 está demonstrada a duração estimada entre cada etapa do processo logístico, através do tempo mínimo e máximo despendido em cada arco ( $C_{ij}$ ). Nesta tabela, observa-se que o processo de aquisição mais moroso corresponde às etapas 1→2→3→6, ou seja, a Aquisição no mercado local. Portanto, a reposição de material através de aquisição pelo mercado local é uma condicionante limitativa, que pode influenciar negativamente as manutenções que impliquem a utilização do componente em aquisição. Face a essa limitação, é importante identificar e otimizar os *stocks* dos

componentes mais críticos, de forma a manter apenas os componentes indispensáveis em armazém.

Tabela 6 - Tempo necessário entre cada etapa.

ARCOS - A(A,K)	C <sub>ij</sub> - TEMPO ESTIMADO	
	MÍNIMO	MÁXIMO
A(1,2)	2 minutos	15 minutos
A(2,3)	5 minutos	8 minutos
A(2,4)	1 minuto	2 minutos
A(2,5)	1 minuto	2 minutos
A(3,6)	2 semanas	12 meses
A(4,6)	1 minuto	30 minutos
A(5,6)	1 minuto	2 minuto

### 5.3 Anomalias recorrentes

É fundamental efetuar uma análise profunda aos registos de manutenção e ao desempenho dos equipamentos, para que se atinga uma maior taxa de operacionalidade e fiabilidade. No âmbito do plano de manutenção preditiva, deve ser efetuado um ajuste ao planeamento do material consumível. Devem ser implementadas estratégias que facultem a identificação dos componentes com maior suscetibilidade de falha, com o objetivo de otimizar os *stocks*, como descrito no ponto 5.2. Devem-se antecipar eventuais falhas de material, averiguar as possíveis causas das avarias, devido à deficiência do material ou erro humano no processo de manutenção ou de operação.

Analisou-se o histórico de manutenção dos equipamentos, com a finalidade de perceber quais são os que apresentam maior taxa de avaria e identificar os componentes que requerem maior atenção, no processo de requisição (Figura 15). No tratamento da informação, recorreu-se aos registos da base de dados da manutenção, efetuados no período compreendido entre janeiro de 2014 e março de 2020, para a maioria dos equipamentos (Tabela 7).

Tabela 7 - Períodos de recolha do histórico de manutenção.

TIPO	DATA INÍCIO	DATA FIM
UAL	01/01/2014	01/03/2020
Máquina lavar	01/01/2014	01/03/2020
Banco de ensaios do gerador	01/01/2015	01/03/2020
Gerador Nitrogénio	01/01/2015	01/03/2020
Macaco remoção gerador	01/01/2016	01/03/2020
Central hidráulica	01/01/2017	01/03/2020
<i>Wheel Skate</i>	01/01/2018	01/03/2020
Carro oxigénio	01/01/2019	01/03/2020

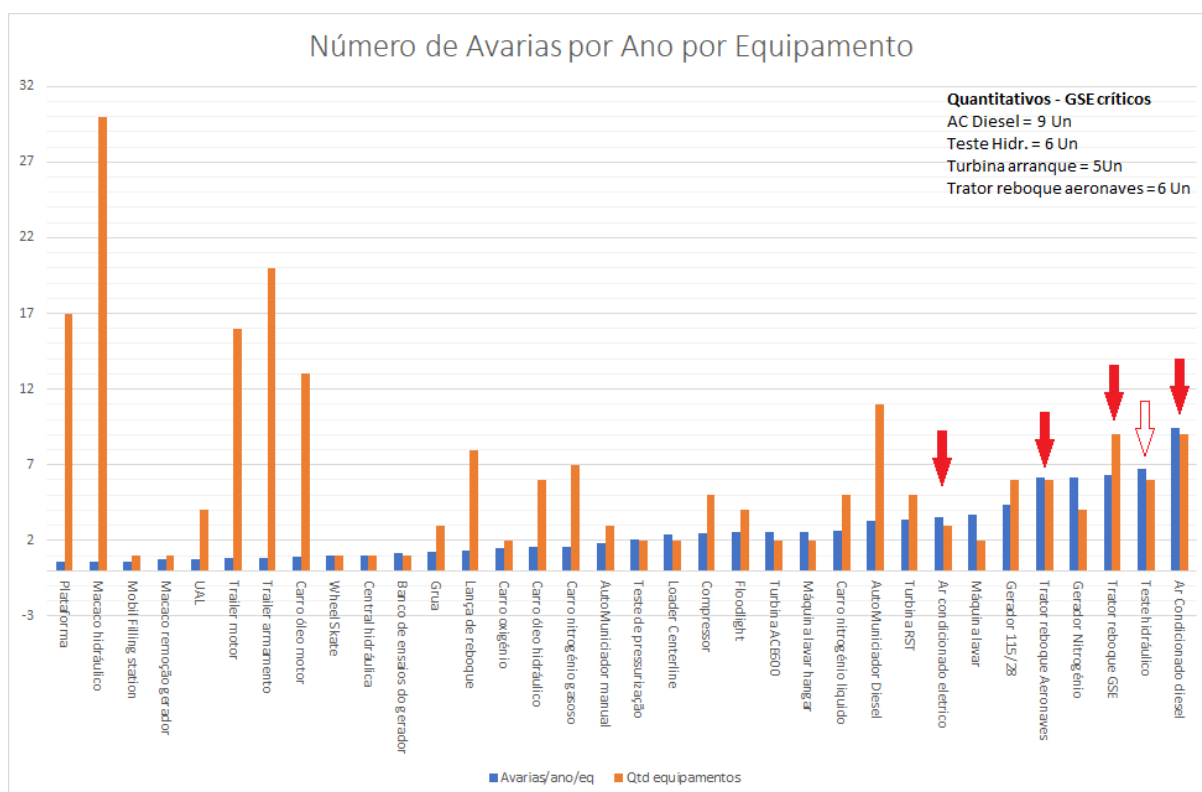


Figura 15 - Taxa de avaria por GSE num ano. Seta vermelha – equipamentos críticos; seta vermelha com fundo branco – equipamento crítico excluído para este estudo.

Para reajustar o *stock* dos componentes sobressalentes, foram identificados os equipamentos críticos em função dos seguintes critérios: taxa de avaria; número total de equipamentos por tipologia; número de equipamentos disponíveis<sup>8</sup> por tipologia e a taxa de utilização (número de horas de trabalho). O resultado obtido através destes critérios demonstrou que os equipamentos com maior número de falhas, considerando o fator de maior uso e esforço, corresponde de igual forma, aos equipamentos que mais valor acrescentam para os trabalhos de apoio à manutenção de aeronaves:

- Ar condicionado a diesel (AC<sub>d</sub>) e AC eléctrico (AC<sub>e</sub>);
- Trator de reboque (de aeronaves e de GSE).

Numa primeira fase da análise, o histórico de avarias foi compilado e agrupado pelos sistemas principais que os constituem (Tabela 8) e de seguida pelas avarias mais comuns (Tabela 9).

<sup>8</sup> O número de equipamentos disponíveis foi omitido por questões de sigilo.

Tabela 8 - Sistemas que constituem os equipamentos.

SISTEMA	COMPONENTES (EXEMPLO)
Admissão de ar	Filtro de ar, entrada de ar, tubagens
Ar condicionado	Tanque de gás, condensador, tubagens, manómetros, secador de ar, ...
Combustível	Bomba de combustível, filtro e tubos
Elétrico	Painel de instrumentos, circuitos de controlo, motor elétrico, ...
Escape	Tubo de escape, catalisador e panela.
Geral	Pneus, chassi, portas, vidros, espelhos, ...
Hidráulico	Bomba hidráulica, tubos hidráulicos, filtros, ...
Lubrificação	Bomba de óleo, tubagens, filtros, sensores de pressão, ...
Motor	<i>Carter</i> e todos os componentes internos do motor
Pneumático	Pressóstato, válvulas, compressor, <i>blower</i> , ...
Refrigeração	Radiador do motor, ventoinha,
Transmissão	Veio, caixas de transmissão, correias, ...
Travagem	Freio, maxila, bomba de óleo, tambor, ...

Nos gráficos de *pareto* abaixo exibidos (Figura 16, Figura 17, Figura 18 e Figura 19), são representados o número de avarias por sistema nos AC e nos tratores de reboque.

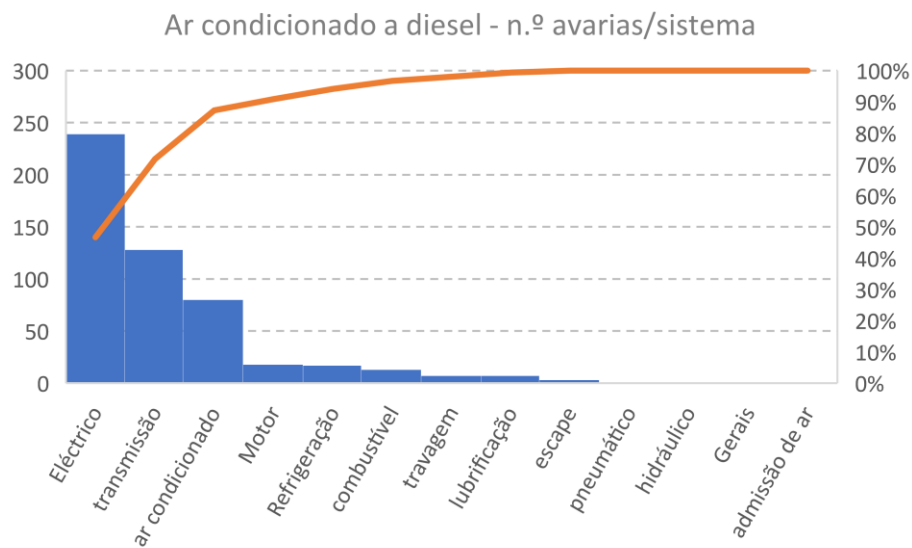
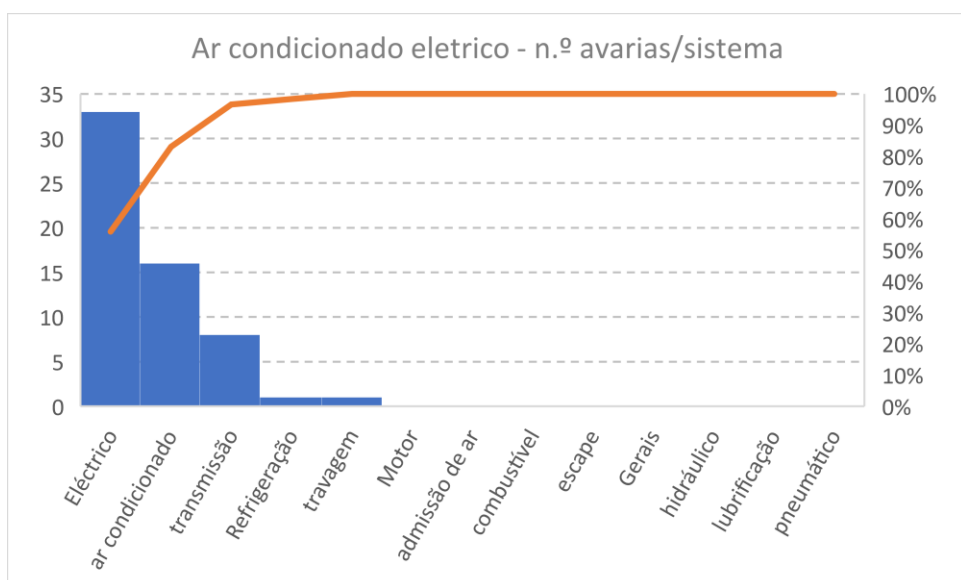


Figura 16 - Gráfico *Pareto* - Número de avarias por sistema referente a um AC<sub>d</sub>.


 Figura 17 - Gráfico *Pareto* - Número de avarias por sistema, referente a um AC<sub>e</sub>

Através dos gráficos representados na Figura 16 e Figura 17, relativos ao AC a diesel e elétrico, é evidenciado um maior número de avarias nos seguintes sistemas: Eléctrico, Transmissão e Ar condicionado. Dos três sistemas em que incidem um maior número de avarias, o sistema de Ar condicionado é o que apresenta maiores preocupações, pois incide sobre a disponibilidade do gás fluorado, devido à complexidade no processo aquisitivo.

O CGM definiu o AC como um equipamento crítico pois é o que apresenta mais valor às tarefas de manutenção realizadas na frota de aeronaves. No CAPÍTULO 6:, são determinadas as quantidades (*stock*) ótimas dos sobressalentes mais requisitados para o AC, a fim de cumprir as ações de manutenção no menor tempo de paragem possível.

A Tabela 9 resume as 10 avarias mais frequentes que foram diagnosticadas no AC e na Figura 18, é apresentado o respetivo gráfico de avarias.

Tabela 9 - Top 10 do número de avarias no AC e a estimativa do tempo gasto por ano. Legenda: células a Verde – baixo impacto; Amarelo – moderado impacto; Vermelho – elevado impacto.

ORDEM	DESCRIÇÃO (desde 2013)	FREQ.	MÉDIA /ANO	TEMPO INTERVENÇÃO (MÉDIA)	MÉDIA [HORAS]	TEMPO ANUAL [HORAS]
1	Avaria não diagnosticada/ não confirmada/intermitente	64	9,1	10min a 1,3hora	1	64
2	Correias	44	6,3	1h a 13 h	8	352
3	Caixa de transmissão	30	4,3	2h a 7h	5	150
4	Placa <i>over/under voltage</i>	29	4,1	2h a 7h	4	116
5	Veio e chumaceira	27	3,9	2h a 7h	5	135
6	Fugas de gás	24	3,4	1 dia a 2 meses	42	1008
7	Mau contacto elétrico	22	3,1	10 min a 5h	3	66
8	Placa <i>over/under Frequency</i>	21	3,0	2h a 2 dias	7	147
9	Pneus	20	2,9	1h	1	20
10	Baterias	19	2,7	1h	1	19
	<b>Subtotal (top 10)</b>	<b>300</b>	<b>43%</b>			
	<b>Total registo no AC</b>	<b>692</b>				

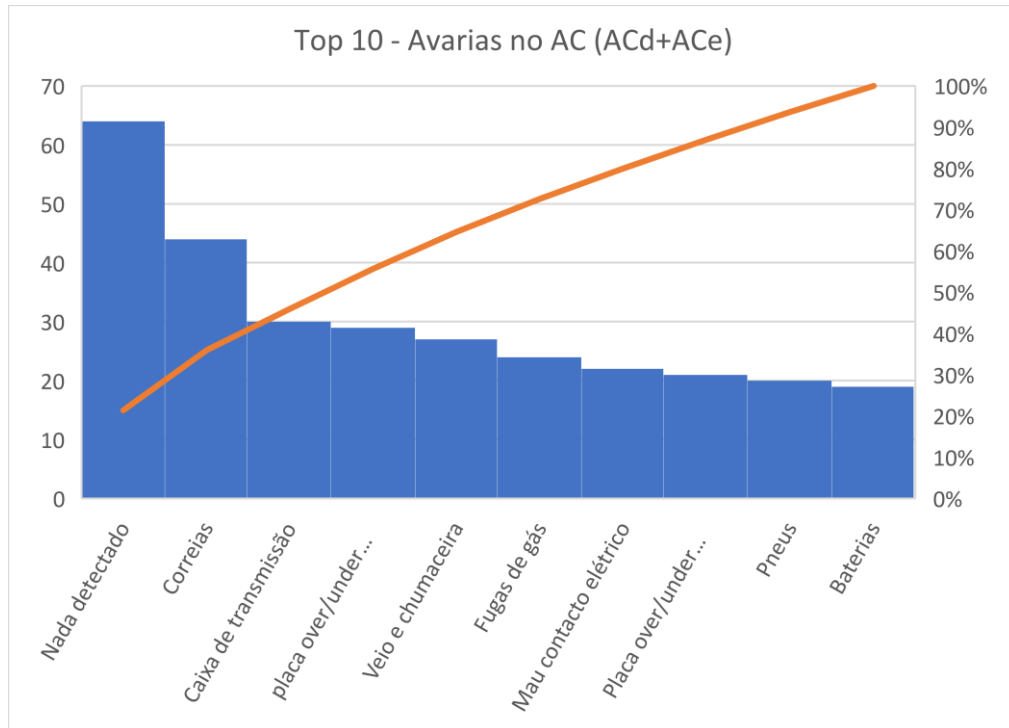


Figura 18 - Top 10 - avarias registadas no AC.

As avarias relacionadas com as “caixas”, “correias de transmissão”, e as “nada detetado” (intervenções em que não foram identificados defeitos), representam a maior percentagem de avarias detetadas durante a manutenção, nomeadamente cerca de 50% das necessidades de intervenção no AC.

Em relação aos tratores de reboque, verificou-se que os sistemas Geral e Elétrico, apresentam uma maior ocorrência de avarias (Figura 19). Nomeadamente, a iluminação do trator (farolins partidos, defeitos no funcionamento das luzes rotativas ou pelos comutadores de luzes); os pneus, devido à substituição ou reparação (furos) de pneus) e o sistema de limpa para-brisas, devido a motores queimados e braços danificados, conforme demonstrado na Figura 20.

Apesar do sistema geral condensar 40% de todas as avarias, estas devem-se à quantidade de componentes que estão enquadrados nesta categoria e mais expostos a danos externos, contudo, são avarias de fácil e rápida resolução. A exceção, diz respeito às reparações que requerem intervenção por uma entidade externa, por exemplo: a reparação do eixo traseiro (grupo de transmissão – discos do travão, grupo cónico) – sistema transmissão, que pela sua complexidade exige uma intervenção mais demorada.

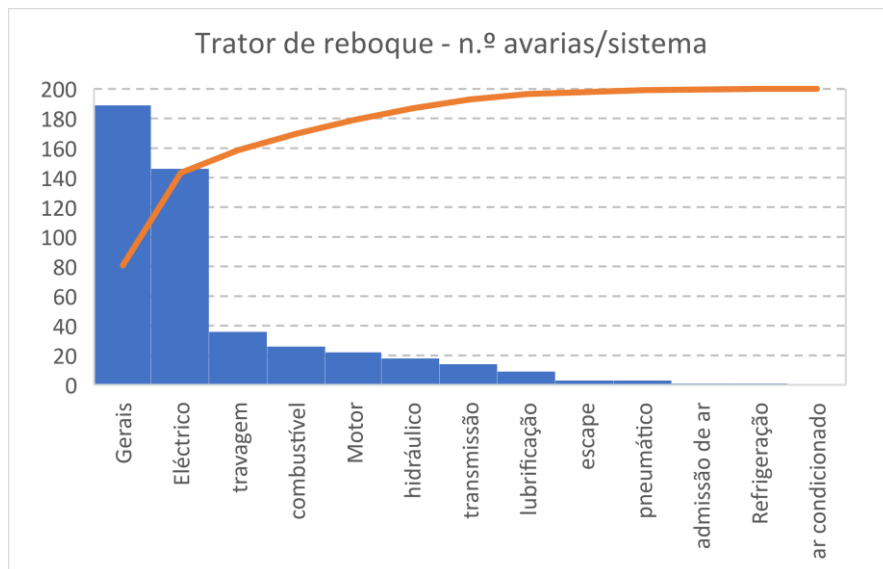


Figura 19 - Gráfico *Pareto* - Número de avarias por sistema, referente aos Tratores de reboque.

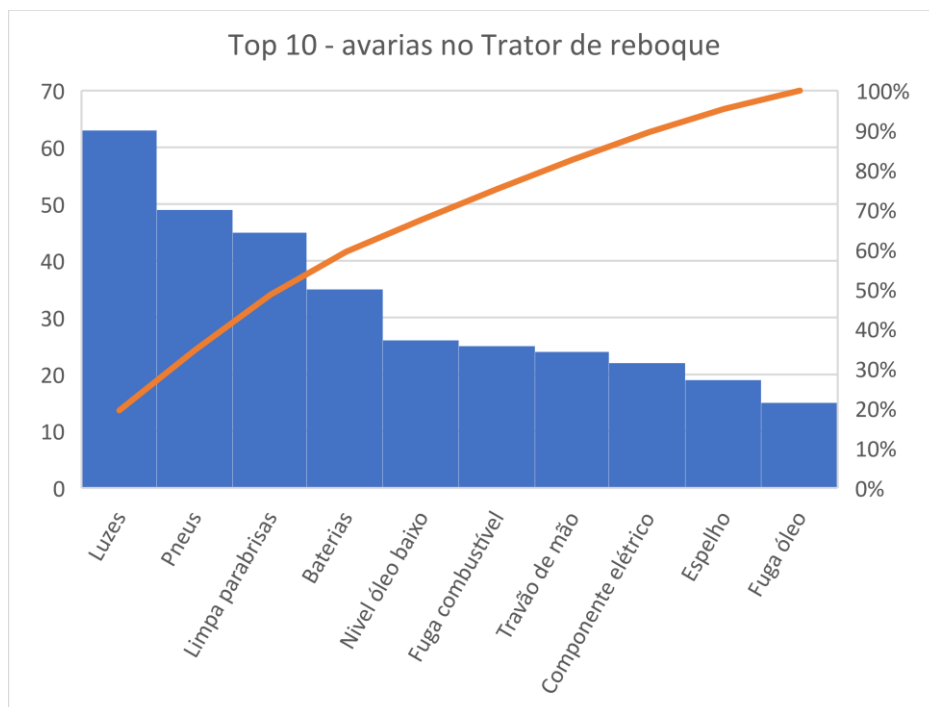


Figura 20 - Top 10 - Avarias no trator de reboque.

## 5.4 Conclusões

Neste capítulo procurou-se compreender o processo do fluxo de manutenção e o sistema logístico de fornecimento de componentes para a manutenção de equipamentos. Foram identificados os equipamentos mais relevantes para a atividade da BA5, e que conseqüentemente criam maior valor para o cumprimento da missão. No próximo capítulo serão analisadas e estudadas as soluções possíveis para colmatar esses pontos mais frágeis.



## CAPÍTULO 6: SOLUÇÕES DE OTIMIZAÇÃO

Neste capítulo são apresentadas propostas de melhoria da cadeia de valor da SEA, tanto a nível administrativo, organização do espaço, como ao nível logístico. A nível administrativo será aplicado os fundamentos do 5S nos armários; A nível da organização do espaço laboral, será proposto o reajuste da disposição do espaço do hangar, com suporte do diagrama de *spaghetti* e por fim a gestão de *stocks* com pelo conceito *just-in-time* (JIT) em mente, de forma a diminuir os tempos de paragem de equipamentos que ficam a aguardar material na manutenção corretiva.

Para o presente capítulo, a metodologia utilizada, consiste na organização de cada situação-problema em três pontos fundamentais: análise da situação-problema; Identificação do desperdício, apresentação da proposta de ação de melhoria e execução.

A SEA pertence a uma instituição militar que não se rege por um modelo de trabalho com fins lucrativos, todavia, naturalmente tem de atuar de forma eficiente e eficaz.

O objetivo da SEA é garantir o bom funcionamento e a execução da manutenção dos equipamentos que lhe estão atribuídos, através do cumprimento dos planos de manutenção definidos pelo fabricante, a fim de maximizar o seu período de vida útil, com o mínimo de paragens de funcionamento, de forma eficiente e com o menor custo possível.

Todas as áreas responsáveis pela utilização de um tipo de equipamento GSE são considerados os “clientes” da SEA, ou utilizadores. O valor máximo que esta secção pode conferir aos utilizadores dos equipamentos, é através de um trabalho de melhoria continua nos processos de manutenção, para garantir a maior taxa de fiabilidade possível, e, por conseguinte, satisfazer as necessidades dos “clientes”.

### 6.1 Secretaria e tarefas administrativas

Considero que a metodologia 5S é um dos primeiros passos a implementar na prática da filosofia *kaizen*, que define o foco na organização do local de trabalho, de modo a disponibilizar uma área de trabalho mais limpa e fluida, com locais bem definidos para cada objeto, agilizando o processo de consulta de informação.

Nas seguintes secções deste subcapítulo, são apresentadas algumas das ações implementadas na área administrativa.

### **6.1.1 Arquivos**

Os armários aqui referidos, têm como finalidade, arquivar: documentação relacionada com a gestão ambiental; manuais técnicos; relatórios de tarefas de manutenção e outros assuntos. Sendo na sua maioria, arquivos de utilização diária.

#### **Análise:**

Quando se pretendia consultar um documento em arquivo, esta tarefa revelava-se ser um pouco mais demorada do que o espectável. Os arquivos relacionados com a manutenção, apesar de estarem devidamente identificados, estavam misturados entre arquivos relacionados com outros assuntos.

Verificava-se a ausência de uma normalização dos arquivos, pois os manuais no formato de livro estavam empilhados e existiam documentos obsoletos arquivados a ocupar espaço desnecessário.

#### **Desperdício:**

- Desperdício de tempo a identificar e a localizar o arquivo pretendido nos armários;
- Presença de arquivos “mortos” a ocupar espaço e que não acrescentam valor para a atividade diária;
- Ausência de uma listagem na porta do armário/arquivo, que identifique os arquivos que se encontram no seu interior.

#### **Ação de melhoria:**

- I. Para cada armário, foram definidos os conteúdos que deveriam ser guardados em cada prateleira;
- II. Os manuais com pouca paginação, foram agrupados por tipo de equipamento e guardados em “porta-revistas”;
- III. Os arquivadores foram agrupados por tipologia: manutenção, ambiente, EMP, manual, .... e a cada grupo, a lombada foi personalizada com uma cor única que simboliza o assunto de cada grupo (Figura 21), concebidas com a coloração respetiva:
  - Cinzento – Documentação geral;
  - Amarelo – Gestão de equipamentos;
  - Vermelho – Missões;
  - Laranja – Folhas de obra de manutenção;
  - Azul – Certificados e calibrações;
  - Roxo – Formação técnica.

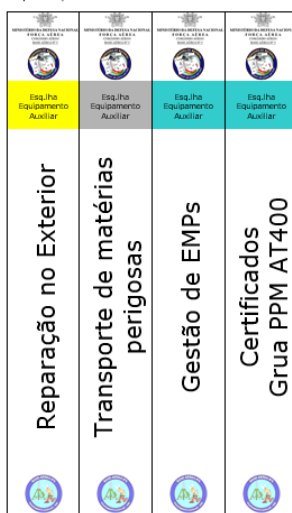


Figura 21 - Exemplo: etiquetas para arquivos agrupados por tipo (cores).

A Figura 22 exibe a disposição dos arquivos antes da intervenção. Situação mais propensa à desorganização e à difícil identificação do tipo de arquivo.



Figura 22 - Disposição de pastas – pré-*lean*.

Após a implementação da ação indicada, melhorou-se significativamente o senso de organização, o que permitiu facilitar a identificação do arquivo pretendido e confirmar se os arquivos se mantinham organizados, ver Figura 23.

Como exemplo: caso se pretende-se consultar um registo de torque de uma chave, sabendo que o assunto relacionado com calibrações/certificados está catalogado com a cor azul, rapidamente é identificado o grupo de arquivos respetivo, bastando procurar a pasta pretendida entre os arquivos com a cor azul.



Figura 23 - Disposição dos arquivos – pós-lean.

### **6.1.2 Fluxo documental de tarefas de manutenção**

O responsável pela manutenção na SEA, cria e supervisiona as tarefas a executar. Quando emite uma folha de obra, atribui a tarefa a um executante. Após concluída a tarefa, o mecânico devolve a folha de obra ao responsável da área, para ser introduzida no sistema informático, dando-se por encerrada a ação de manutenção.

#### **Análise**

Desde a abertura até ao fecho da folha de obra, o processo transita por várias etapas documentais no processo de manutenção: aguarda mão de obra, ação de manutenção interrompida por falta de peças ou a aguardar por decisão superior.

Para as diferentes etapas, verificou-se que não havia uma eficiente segregação das folhas, o que dificultava a procura de documentos e risco de perda de informação. O controlo do estado da manutenção acabava por ficar circunscrita a um individuo, criando condicionantes no desenvolvimento dos trabalhos.

## Desperdício

- Esta situação potencializava a perda de informação, aumento dos tempos de paragem dos equipamentos, aumento do tempo perdido à procura da folha de obra e necessidade em questionar algum elemento da área de trabalho, para aferir o estado de execução da tarefa.

## Ação de melhoria

- Criação de gavetas para cada etapa de manutenção (Tabela 10).

Tabela 10 - Etapas do processo documental de manutenção aplicados nas gavetas.

ESTADO DE MANUTENÇÃO	DESCRIÇÃO
Aguarda manutenção	Ações a aguardar por mão de obra
Em execução	Ações em execução
SIG - Por fechar	Ações de manutenção concluídas, aguardar por encerramento no programa de gestão de manutenção SAP
SIG - Encerrado	Registo no programa de manutenção concluído
Trabalhos parados	Ações de manutenção pendentes por falta de peças ou por decisão superior

Durante esta análise, verificou-se a existência de uma quantidade superior de gavetas ao que era necessário ter na área de trabalho, o que tendencialmente, favorecia a acumulação de documentos desnecessários e que não acrescentam valor para o serviço (Figura 24).

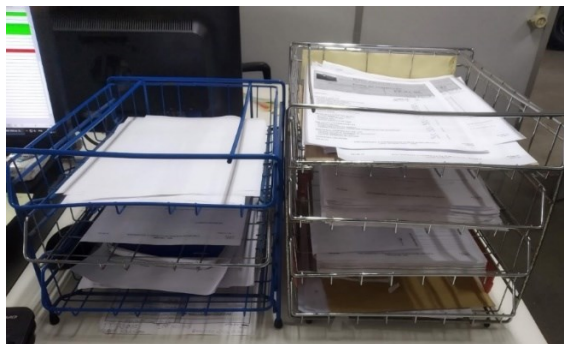


Figura 24 - Pré-Lean - organização das gavetas com documentos.

Em cada gaveta foi afixada uma etiqueta com a descrição do estado do processo de manutenção. Esta ação permitiu melhorar significativamente o fluxo documental dos processos de manutenção. Verifica-se atualmente que há medida que os mecânicos terminam uma ação de manutenção, transferem a folha de obra para a gaveta do novo estado, sem requerer a intervenção de uma terceira pessoa como “gestora” (Figura 25).



Figura 25 - Pós-Lean - organização das gavetas com folha de obras.

A existência de uma gaveta para cada estado da tarefa, permite que o início do processo fique “automatizado”, facultando que o responsável pela distribuição das tarefas de manutenção à medida que vai emitindo novas tarefas, as deposite na gaveta “aguarda manutenção”. Um técnico ao ficar “livre” da tarefa que tinha em mãos, prontifica-se a iniciar a nova tarefa, sem ter a necessidade de interromper o trabalho de quem está a planear, para pedir novas diretivas, sendo um critério semelhante ao sistema *push system*. No caso particular, em que é necessário definir um técnico com uma determinada valência para uma tarefa, é especificado o nome do técnico no documento. A implementação desta solução permitiu aumentar a fluidez na distribuição das tarefas e a diminuição das interrupções dos trabalhos.

### **6.1.3 Normalização de procedimentos de gestão no Correio eletrónico**

Atualmente, a informação é muito valiosa, por isso é fundamental dispor-se de uma boa organização da informação e rapidez no acesso às constantes solicitações dos seus *stakeholders*, de forma a conseguir sobreviver e garantir o cumprimento da sua missão (Quaresma et al., 2013, p. 2).

A comunicação com recurso aos sistemas de *e-mail*, facilita a troca de informação, de forma rápida, com baixo custos e em simultâneo com diferentes beneficiários. Ao melhorar a comunicação interdepartamental, pode-se melhorar os processos de gestão (Lucas, 1998). Porém, a utilização generalizada desta ferramenta de comunicação pode ser um grande problema, dado o volume de informações trocadas e que necessitam de ser geridas (Quaresma et al., 2013).

Quando uma conta de *e-mail* institucional é partilhada por várias pessoas da mesma secção, torna-se essencial que haja uma prática comum para haver evitar perda de informação e para haver uma boa coordenação de trabalho. Assim, de acordo com as práticas 5S, é necessário dispor de um senso de padronização, para que os processos progridam com agilidade. A uniformização de práticas, facilitará a adaptabilidade entre novos serviços e harmonizará a coordenação dos trabalhadores.

## Análise

Identificou-se que a ação de procurar uma determinada informação tratada no passado, com o auxílio da ferramenta “procurar” no correio de *e-mail* do cliente era demorosa e nem sempre apresentava resultados satisfatórios. A lista de resultados, podia tornar-se extensa e exigia abrir o *e-mail* individualmente, para se certificar que era esse o *e-mail* que se procurava. A pesquisa pelo conteúdo do corpo de texto, também não se apresentava satisfatória, quando havia múltiplos assuntos semelhantes, em que uma descrição insuficiente no assunto do *e-mail*, levava a que houvesse dificuldade em abrir os vários *e-mails*.

Verificou-se também a criação de e-mails de carácter informativo, em que o conteúdo pouco se diferenciava, implicando a perda de tempo na escrita e seleção dos endereços de *e-mail* a enviar.

## Desperdício

- Tempo excessivo no tratamento da informação através de *e-mail*;
- Dispendio de tempo na criação de e-mails rotineiros.

## Ação de melhoria

- Criação de e-mails predefinidos, com a mesma estrutura, bastando apenas atualizar a informação diferenciadora. Como exemplo, Figura 26 e Figura 27;

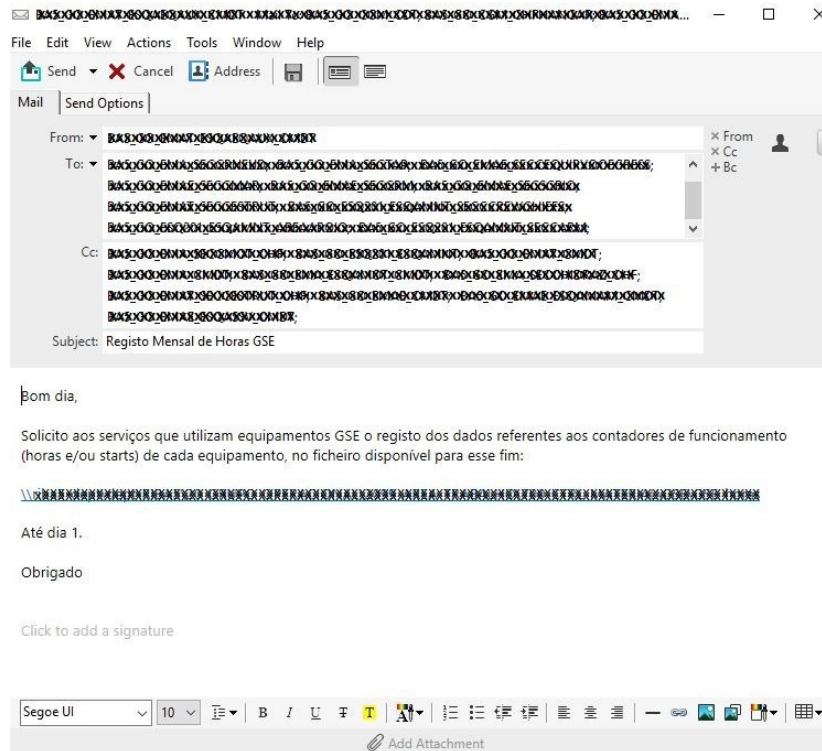


Figura 26 - *E-mail* pré-definido - Registo de horas.

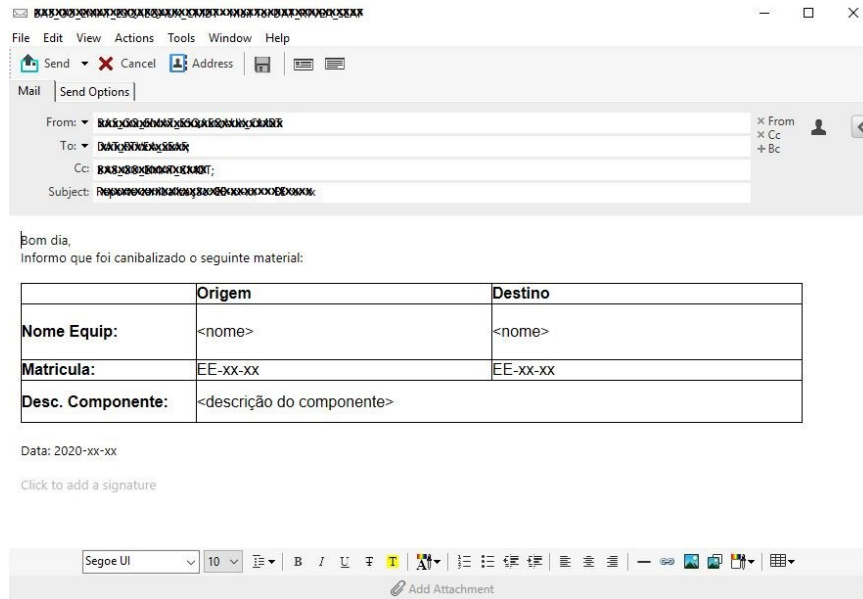


Figura 27 - E-mail pré-definido - Reporte de canibalização de componente efetuada.

- Uniformização da sintaxe do campo “assunto” para temas comuns, como por exemplo: pedidos de informação de requisições, reporte de ações de manutenção a equipamentos, pedidos de autorização de acesso a instalações. São definidas regras para a sintaxe do campo assunto de um e-mail, com o objetivo de padronizar a tarefa, tornando mais evidente o assunto exposto e a facilitar a pesquisa à posteriori, independentemente de quem realizou tarefa. A situação da Figura 28 e a Figura 29 evidência as regras aplicadas.

Exemplo de regras aplicadas:

- Comunicação ao gestor de reportes de canibalização<sup>9</sup>:

<Tipo assunto>: <Matrícula origem> -> <Matrícula Destino>

Reporte canibalização: EE-01-01 -> EE-01-03

Descrição: Reporte da transferência de um componente entre equipamentos ao gestor (retirado do equipamento com matrícula EE-01-01 para a matrícula EE-01-03);

- Pedido de catalogação de material:

<Tipo de assunto>: <Matrícula> <nome Componente>

Catalogação de material: EE-81-07 Hourmeter

Descrição: Pedido de catalogação de um componente (Hourmeter), durante uma ação de manutenção em um determinado equipamento (EE-81-07)

<sup>9</sup> Canibalização – termo utilizado para descrever a ação de remover um componente funcional de um equipamento, para instalar em outro equipamento.

Nome	Assunto
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-01-01 -> EE-01-03
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-20-20 -> EE-20-13
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-60-09 -> EE-60-04
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-15-02 -> EE-17-01
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-20-15 -> EE-20-13
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-20-14 -> EE-20-13
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-60-09 -> EE-60-08
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-00-02 -> EE-00-00
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-50-04 -> EE-50-03
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-31-02 -> EE-65-26
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-20-16 -> EE-01-03
[ícone] [ícone] [ícone]	Reporte canibalização: EE-01-01 -> EE-01-03

Figura 28 - Gestão *e-mail* – sintaxe do campo assunto “reporte canibalização”.

[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-81-07 - HOURMETER
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-76-04 - END MALE ROD
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-13-19 - PAD SLIDING
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-50-00 - BATERIA 12V 230AH
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-50-03 - CLAMP
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-70-04 - EXHAUST PIPE
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - MHU83C/E - LAMP
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-01-09 - Air filter
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-12-00 - Pin,tie rod joint
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-01-09 - Colour Touch Display
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-60-09
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-41-03 Bearings
[ícone] [ícone] [ícone]	Catologação de material - EE-01-09 - VGA CABLE

Figura 29 - Gestão de *e-mail* – aplicação de regra no assunto “catologação”.

Esta solução permitiu agilizar as tarefas mais “rotineiras”, não sendo necessário dedicar tempo na construção da fraseologia e estrutura do corpo do *e-mail* e do campo assunto. O beneficiário só precisa de se focar no conteúdo da informação que tem de transmitir.

## 6.2 Gestão de *stocks* – Conceito *just-in-time*

O autor Pinto (2014, p. 110) afirma: “Não é, pois, possível falar-se em lean sem abordar o sistema de operações JIT”. Perante a importância dada ao JIT, no atual tópico, é dada continuidade ao tema “Anomalias recorrentes” do subcapítulo 5.3, para avaliar o número de itens que foram requeridos nas ações de manutenção, e definir a quantidade de itens, que devem estar disponíveis em armazém, para satisfazer rapidamente as solicitações da Manutenção, até que novo sobressalente seja fornecido pelo processo aquisitivo.

A metodologia utilizada neste estudo, fundamentou-se na observação do registo histórico de manutenção, na maioria dos casos, no período de 2013 a março de 2020. Seguidamente, os dados são agrupados e analisados em função da média de consumo, máximos e linhas de tendência.

No Subcapítulo 5.3, o AC foi identificado como um dos equipamentos mais críticos na família dos GSE. Tendo em conta o número de avarias mais frequentes (Figura 18) do AC (Correias de transmissão; caixas de transmissão; Placas e circuito *Over/under voltage* e *Frequency* e Gás fluorado) e as Baterias, por serem um componente comum entre os GSE motorizados e importantes para esta análise, são determinadas as quantidades razoáveis de *stock*, que garanta minimizar o tempo de espera, no fornecimento de material e permita realizar com proficiência, as ações de manutenção.

### **6.2.1 Avaria não diagnosticada**

As avarias por diagnosticar, confirmar ou intermitentes representam a situação mais recorrente nos reportes de avarias efetuados.

Este tipo de intervenções implicam o dispêndio de tempo baixo, relativamente às outras avarias listadas. Porém, quando um operador de GSE faz um reporte de mau funcionamento, implica que esse mesmo equipamento seja substituído, levando ao consumo de recursos humanos e dispêndio de tempo, para além de atrasos na realização da manutenção em aeronaves, enquanto a substituição estiver a ocorrer. Este desperdício de valor, devido à frequência de ocorrência desta situação levou a que fosse catalogado nesta análise. Os dados desta variável estão representados na Tabela 9.

Após análise do registo histórico, pode-se deduzir as seguintes causas:

- Avarias intermitentes que dificultam o diagnóstico da avaria pelo técnico GSE;
- Os operadores não deixavam o equipamento aquecer devidamente no modo *engine idle*, para o operar corretamente;
- Operadores com pouca experiência levava a que fossem cometidos erros de procedimento, que influenciavam o correto funcionamento do equipamento.

#### **Proposta de soluções:**

- Melhoria da comunicação - Quando é identificada um diagnóstico inconclusivo ou uma avaria intermitente, é estabelecido contacto direto com o operador, para obter mais detalhes dos procedimentos efetuados;
- Formação periódica, de “sensibilização” a cada 12 meses, com os operadores do equipamento, para manter atualizado o conhecimento dos procedimentos e outros aspetos a ter em atenção na operação do equipamento;
- Atualização dos cursos de formação dos técnicos de GSE, com o aumento do tempo da prática em contexto de *On Job Training*, de forma a melhorar a capacidade de resposta e a facilitar a identificação das avarias.

## 6.2.2 Correias

Conforme descrito na Tabela 9, as correias planas são o componente mais falível nos equipamentos AC.

No conjunto total de correias, a correia mais fácil e rápida de mudar é a correia n.º 7, com um tempo estimado de 3h, enquanto a correia n.º 8 é a que exige mais esforço e tempo de resolução pelos técnicos de GSE, levando a uma intervenção de 13 horas, com dois técnicos envolvidos na tarefa.

Na Tabela 11 estão listadas as correias, que equipam o sistema de transmissão mecânica do AC.

Nesta tabela, resume-se a quantidade de correias solicitadas por ano, frisando a média, o mínimo e máximo consumo de cada uma. As correias n.º 8, 10 e 11 são as correias mais problemáticas.

Tabela 11 - Consumo de correias nos últimos 7 anos - ar condicionado (2013 a março 2020).

CORREIA	PART-NUMBER	FREQ.ABS	MÉDIA ANUAL	MÁXIMO	MINIMO	STOCK MIN
N7	GT2-14MGT-1568	6	0,8	2	0	1
N8	GT2-14MGT-1750	8	1,1	3	0	2
N9	GT2-14MGT-1400	1	0,1	1	0	1
N10	GT2-14MGT-1260	10	1,4	4	0	2
N11	GT2-8MGT-2240	8	1,1	4	0	2
Trapezoidal	3911558	3	0,4	2	0	1

Na Figura 30, é representado a distribuição do consumo anual para cada *part number* (PN) das correias.

Observou-se que os dados analisados apresentavam uma taxa de variação significativa ao longo dos anos. Por esse facto, recorreu-se ao método logarítmico para traçar a linha de tendência do consumo médio por ano.

A linha de tendência logarítmica, é descrita pela fórmula  $F(x) = a \cdot \ln(x) + b$ <sup>10</sup>. É um modelo que se ajusta ao caso em estudo, devolvendo um resultado satisfatório para o que era pretendido. As variáveis com o valor “0” foram ignoradas no gráfico.

<sup>10</sup> Linha de tendência logarítmica:  $f(x) = a \cdot \ln(x) + b$ . Onde a variável “a” e “b” são constantes, qualquer variável exposta a zero ou negativa é filtrada antes de estimar o modelo. A construção gráfica foi feita automaticamente no programa Microsoft Excel.

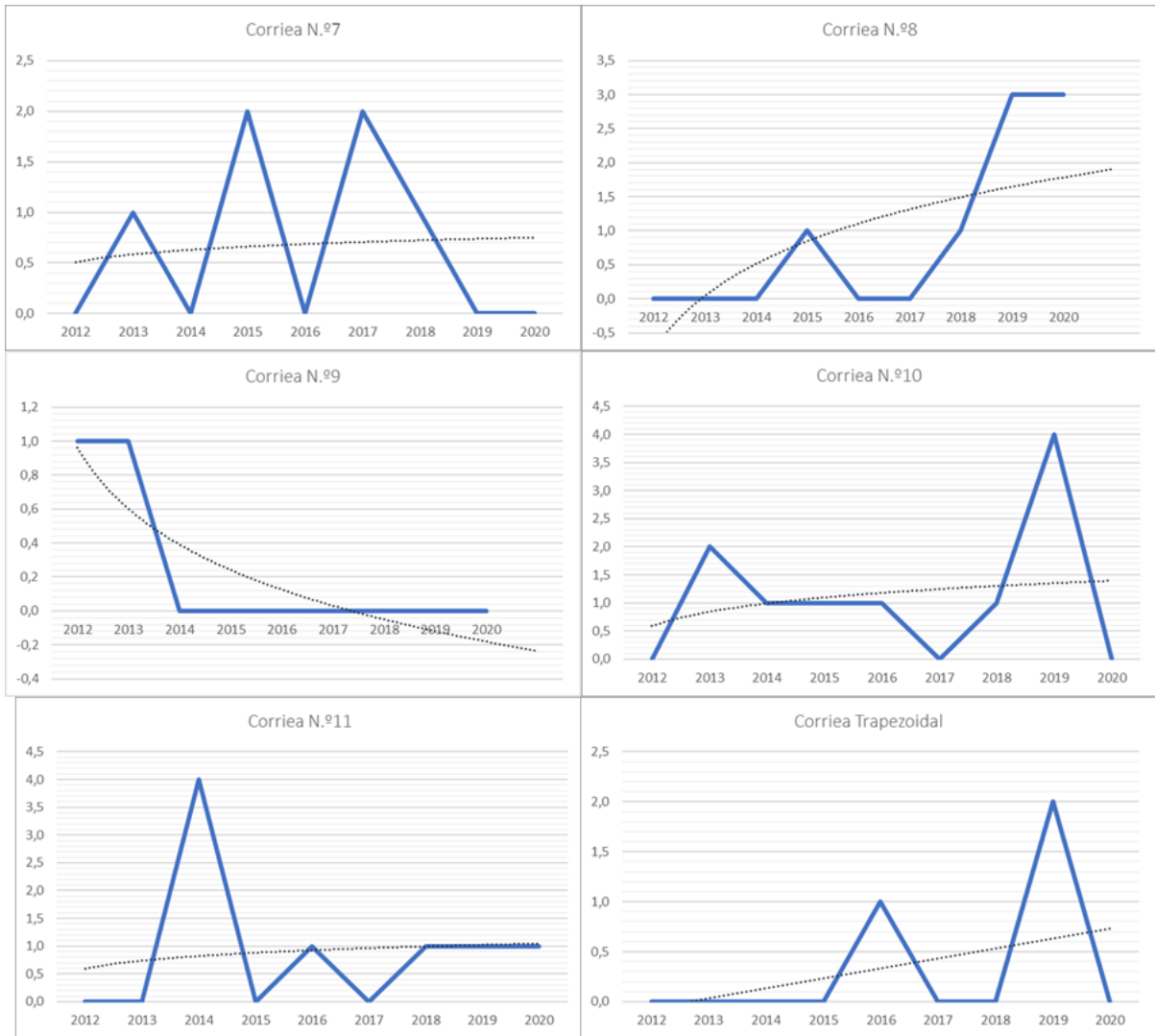


Figura 30 - Quantidade de peças sobressalentes substituídas por ano, no equipamento de AC.

Com esta análise, apurou-se o *stock* mínimo para cada tipo de correia conforme mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 - Quantidade mínima em armazém.

CORREIA	PART NUMBER	STOCK MIN
<b>N7</b>	GT2-14MGT-1568	1
<b>N8</b>	GT2-14MGT-1750	2
<b>N9</b>	GT2-14MGT-1400	1
<b>N10</b>	GT2-14MGT-1260	2
<b>N11</b>	GT2-8MGT-2240	2
<b>Trapezoidal</b>	3911558	1

### 6.2.3 Caixas de transmissão

As caixas de transmissão constituem um elemento essencial no desempenho da função de transferência de potência mecânica entre os diferentes elementos de um motor.

O desgaste pelo uso, pequenos defeitos de conceção ou até mesmo a instalação com mínimos desalinhamentos entre os seus eixos leva à aceleração da sua deterioração.

São analisados quatro tipos diferentes de caixas de transmissão, através dos dados do período de janeiro de 2012 a agosto de 2020.

Aplicando o mesmo método de análise do ponto anterior, os dados apresentados na Figura 31, traduzem o número de substituições de caixas de transmissão.

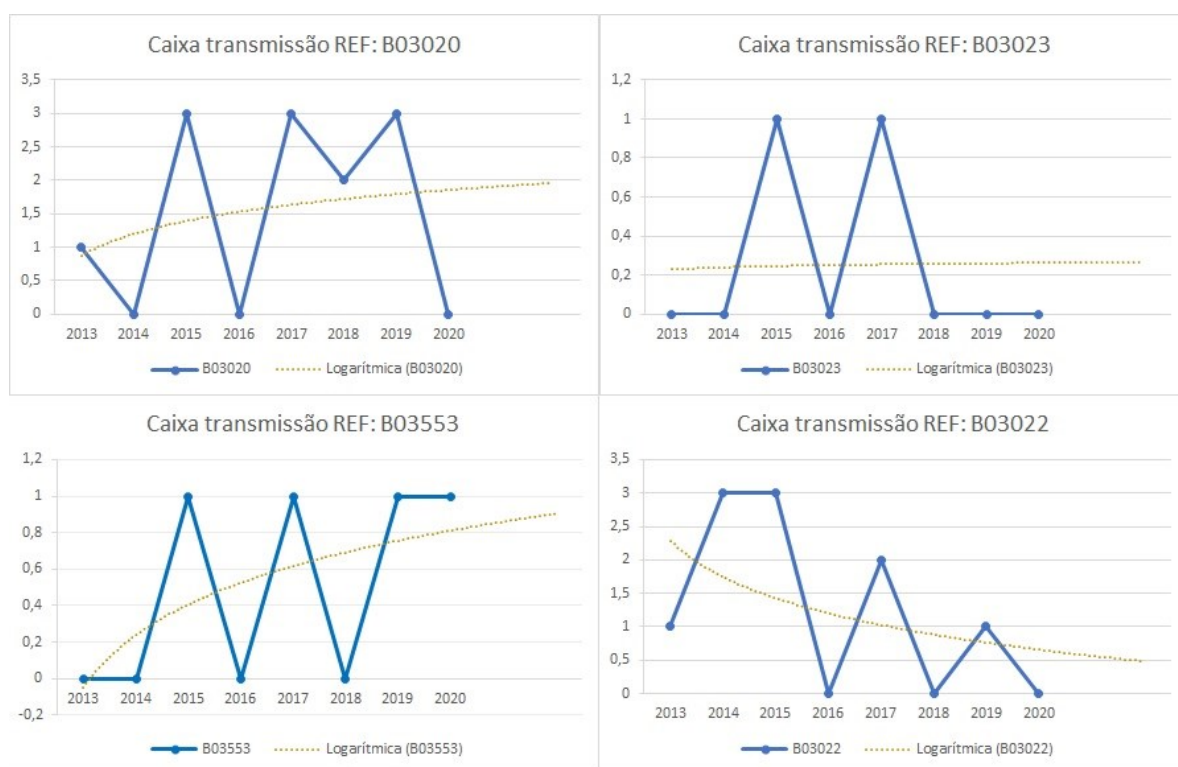


Figura 31 - Anomalias registadas entre 01/2013 a 08/2020 – caixa de transmissão.

A partir da análise efetuada com base na informação exibida na Figura 31, definiu-se na Tabela 13 o quantitativo mínimo para cada caixa de transmissão.

Tabela 13 – Análise do consumo de caixas de transmissão e definição do *stock* mínimo de *kanban*.

REFERÊNCIA	MÉDIA ANUAL	MÁXIMO	STOCK MIN
B03020	1,83	3	2
B03023	0,33	1	1
B03022	1,00	3	2
B03553	0,67	1	1

### 6.2.4 Placa de circuito Over/Under Voltage e Frequency

No sistema de geração de corrente elétrica alternada do AC, os circuitos *over/under voltage* e *frequency* são as placas eletrônicas que fazem o controlo e a regulação das duas grandezas da eletricidade: a tensão elétrica e a frequência elétrica.

Os maus funcionamentos nestas duas placas correspondem à 4.<sup>a</sup> avaria mais recorrente. Pelo que se procedeu à análise dos consumos deste item ao longo do período de 2013 a 2019.

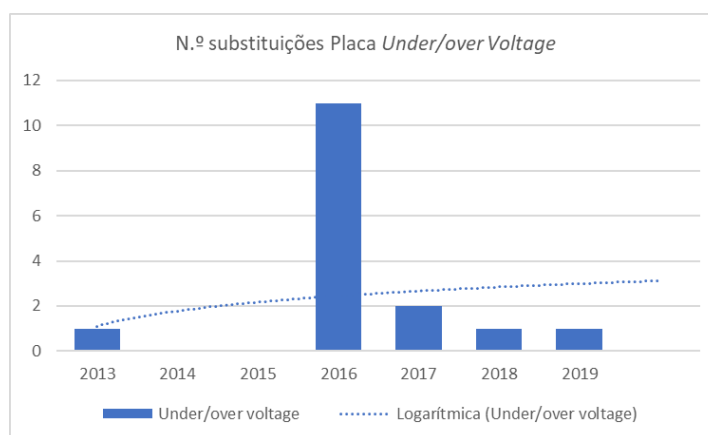


Figura 32 - Número de substituições da placa *Under/Over Voltage* – Período 2013 a 2019.

Na Figura 32 verifica-se que houve um consumo anormal no ano 2016, nos restantes anos o consumo teve em média 1 unidade de consumo. Já em relação à Figura 33, o consumo de placas de *Over/under frequency* tem uma ligeira diminuição.

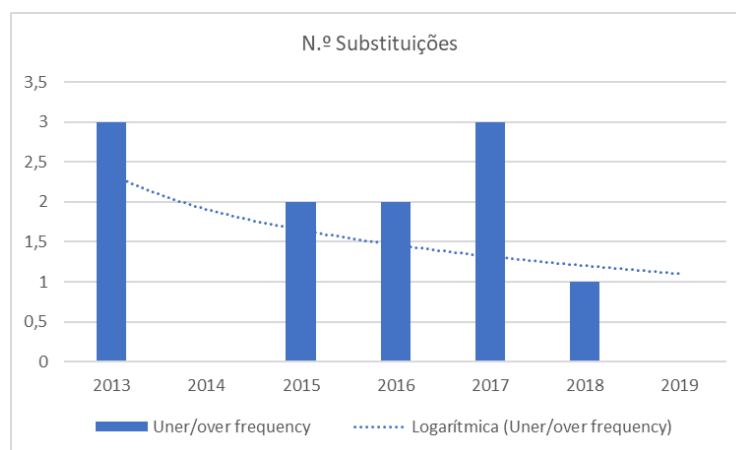


Figura 33 - Número de substituições da placa *U/O Frequency* – período 2013 a 2019.

Conforme indicado na Tabela 14, para armazém, determinam-se duas unidades de placas reguladores de voltagem e uma unidade de placas de regulação de frequência, como quantidade de *stock* mínima.

Tabela 14 - Análise do consumo de placas *U/O Voltage* e *Frequency*.

REFERÊNCIA	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA ANUAL	STOCK
<b>U/O voltage</b>	0	11	2	2
<b>U/O Frequency</b>	0	3	1,375	1

## 6.2.5 Baterias

As baterias secundárias são elementos essenciais para facilitar a ignição de um equipamento motorizado. Disponibilizam grandes quantidades de corrente elétrica num curto espaço de tempo, para permitir a ignição de um equipamento motorizado, para depois, serem recarregadas, enquanto o motor de combustão estiver a produzir energia mecânica, sendo parte desta energia mecânica convertida em energia elétrica (Bocchi et al., 2000, p. 7).

Após o equipamento ser desligado, o esquecimento de um elemento resistivo ligado (luz do painel de comando ou de iluminação) leva à degradação da capacidade de acumulação da bateria, e conseqüentemente, implicará que a bateria seja prematuramente substituída.

Identificou-se no capítulo 5, que as avarias relacionadas com as baterias estão consideradas das mais comuns que ocorrem no AC. Conquanto, apesar de ter algum impacto no AC, o tipo de bateria utilizado neste equipamento (12 v 74Ah) equipa também a larga maioria dos equipamentos GSE. Por esse motivo, será estudado o consumo total deste tipo de baterias. Além disso, como não se pode fragmentar despesa pública, a quantidade aqui analisada para armazém terá o objetivo de melhorar a previsão da quantidade necessária durante um ano.

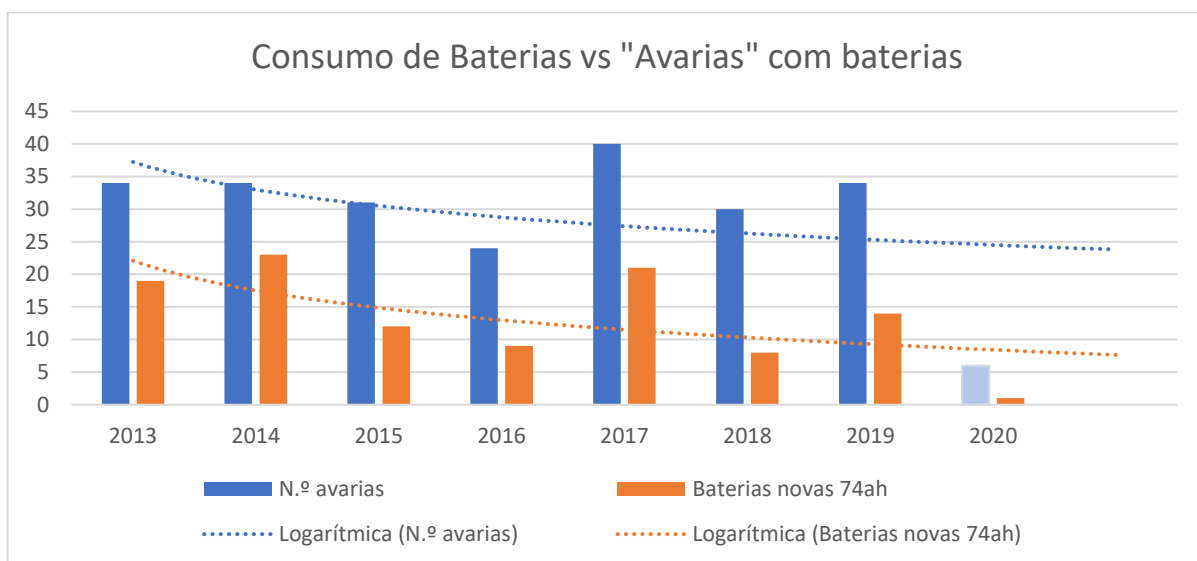


Figura 34 - Consumo de baterias versus número de avarias com baterias. Período 2013 a março de 2020.

Os dados compilados na Figura 34 refletem o período de 2013 a março de 2020. Contudo, devido aos dados de 2020 só refletirem até março, para o período de 2013 a 2019 os registos de consumo tendem para o valor de 13 unidades. Além disso, a amplitude dos consumos é significativa o que leva a definir um valor superior, de 15 unidades para o armazém (Tabela 15).

Tabela 15 - Consumo de baterias novas no período 2013 a março 2020.

REFERÊNCIA	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA ANUAL	STOCK
12v 74Ah	8	23	15,14	15

## 6.2.6 Gás fluorado

O gás fluorado é um fluido que apresenta boas propriedades de transferência de calor, permitindo desempenhar uma excelente função de refrigeração. Está presente em vários equipamentos do nosso dia-a-dia, tais como em instalações de refrigeração e congelamento.

O R134 e o R404 são os gases fluorados utilizados no equipamento AC, têm a finalidade de refrigerar os equipamentos eletroaviónicos do F-16 quando estão a ser testados com a aeronave parqueada.

Devido as suas propriedades físico-químicas, o gás fluorado é nocivo para o ambiente quando ocorre uma fuga involuntária no sistema, exigindo uma rápida intervenção para cortar as válvulas de segurança e assim minimizar as perdas.

A fuga de gás é o tipo de avaria que geralmente, implica uma paragem prolongada do equipamento devido ao tempo de fornecimento do gás fluorado. Genericamente, é constituída pelas seguintes etapas (Figura 35):

- Reconhecimento da existência de uma fuga;
- Localização da fuga;
- Reparação da fratura;
- Teste de estanquicidade;
- Carregamento de gás;
- Teste funcional.

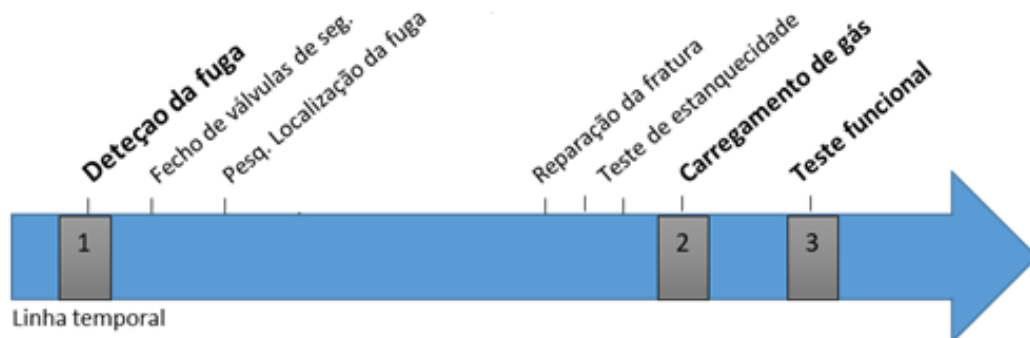


Figura 35 - Sequência de reparação de uma fuga de gás.

A pesquisa da origem da fuga pode demorar entre alguns minutos a algumas semanas, dependendo da dimensão da fuga e da sua localização, sendo uma das etapas mais complicadas do processo.

Por outro lado, o valor do gás no mercado e a criticidade deste gás para o meio ambiente conduz a um processo oneroso e lento na sua aquisição. No artigo n.º22 do (Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de Janeiro, 2008, p. 17) está indicado que não pode haver fracionamento dos contratos públicos, pelo que é necessário definir para cada ano um planeamento das necessidades de fornecimento deste gás.

Para estimar as necessidades anuais, analisou-se o histórico de manutenção e de consumo no período de 2016 a 2020 (Figura 36); verificou-se que o consumo tem vindo a decair e a estabilizar em consequência do melhoramento das qualificações dos técnicos de manutenção.

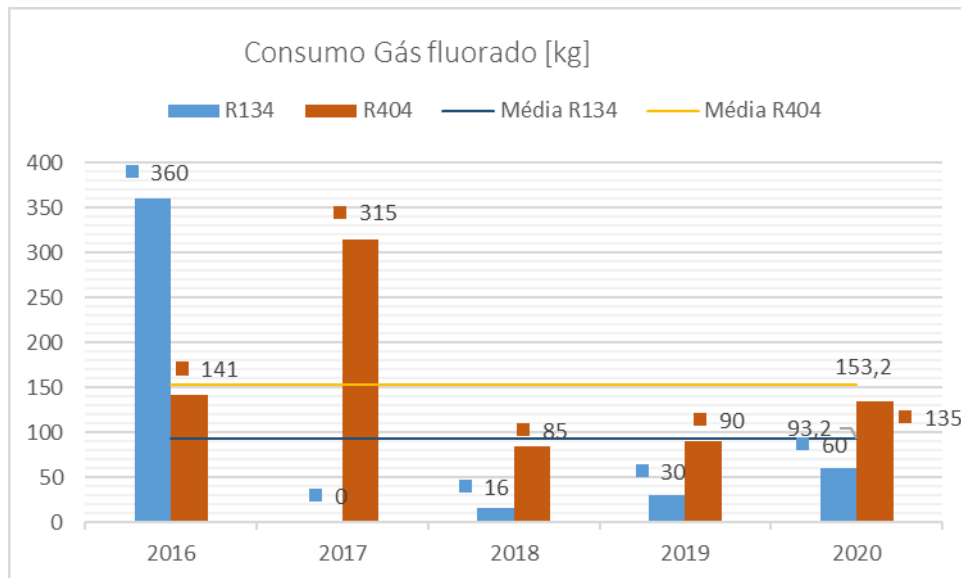


Figura 36 - Consumo de gás fluorado - período 2016 a 2020.

O método com linha de tendência logarítmica não foi utilizado nesta análise por não apresentar valores satisfatórios.

A média de consumo de gás R404a foi de 153,2 kg e de 93,2 kg de R134.

É importante conseguir a criação de um *stock* mínimo deste tipo de gás, de forma a cumprir com o código de contratos públicos, a evitar tempos de paragem altos e recursos em excesso em armazém.

No mercado as garrafas costumam apresentar capacidades de 47,5 kg para o R404 e de 60 kg para o R134.

Tendo em conta as dimensões das garrafas disponíveis no mercado e as médias de consumo nos últimos anos, sugere-se o seguinte *stock* mínimo anual para o gás fluorado, presente na Tabela 16.

Tabela 16 - Necessidades de gás fluorado por ano.

TIPO	QTD [UN]	QTD GÁS TOTAL [kg]
R134	1	60
R404	3	142,5

### 6.3 Análise do layout da SEA

Um dos pontos fundamentais para se conseguir melhorar a eficiência de uma área de trabalho é a organização do espaço físico. De acordo com a prática 5S, a organização do espaço físico deve começar com a prática do *SEIRI* (senso de utilização), e de seguida o *SEITON* (senso de organização). Os espaços físicos devem ser constituídos apenas com o indispensável e com posições específicas para cada objeto, de forma que o trabalhador saiba para onde se deve dirigir, para encontrar o que pretende dentro de um espaço de tempo aceitável.

Este estudo irá procurar otimizar e reajustar as áreas funcionais do *genba* da SEA; para isso, serão mapeadas as movimentações feitas pelos técnicos durante uma manutenção programada de um equipamento GSE, utilizando o diagrama de *spaghetti*.

#### Layout atual da SEA

Na Figura 37 está representada a atual organização do *genba* da SEA (Anexo 1:), com as respetivas áreas funcionais (Tabela 17). As linhas azuis, representam as marcações atualmente feitas (Marcações no chão - Anexo 2:, Anexo 3:).

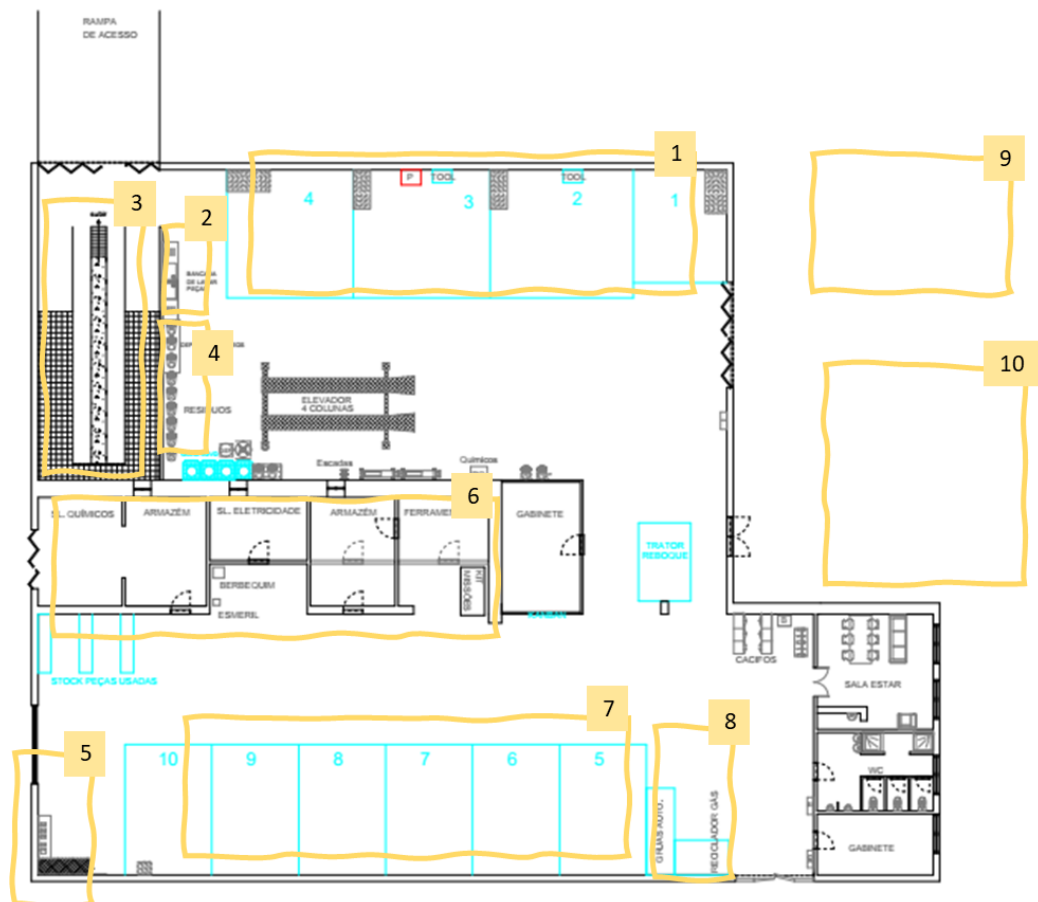


Figura 37 - Planta do hangar da SEA.

Tabela 17 - Legenda da planta do edifício.

POSIÇÃO	DESCRIÇÃO	POSIÇÃO	DESCRIÇÃO
1	Células para a execução de trabalhos de manutenção	6	Salas de arrumo (químicos, eletricidade, arrumos, ferramentaria)
2	Lavagem de peças	7	Células para estacionamento de veículos com manutenção pendente ou prolongada
3	Fossa de lavagem	8	Posição de equipamentos de trabalho (grua, recicladores)
4	Área de segregação de resíduos	9	Parque de veículos
5	Área de carregamento de baterias	10	Parque de veículos

### I. Fluxo de movimentação durante uma ação de manutenção programa

Para se analisar o *layout* da SEA compilou-se as movimentações realizadas por um técnico, desde o início até ao fim de uma manutenção programada a um equipamento GSE. Neste caso em estudo, foi registado as movimentações associadas à manutenção de um AC. Perante o cenário descrito, ilustrou-se o fluxo das movimentações, através do diagrama de *spaghetti* na Figura 38, com os passos realizados listados na Tabela 18.

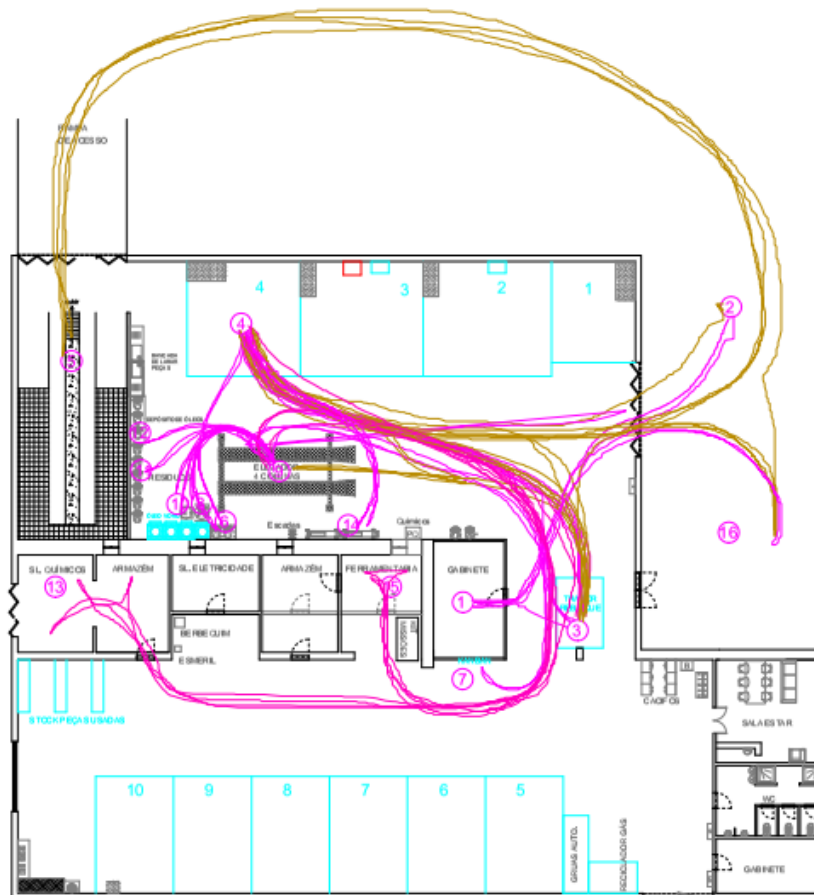


Figura 38 - Diagrama de *spaghetti* – Movimentações durante uma manutenção programada a um AC.

Tabela 18 - Passos genéricos para realizar uma manutenção ao AC

<b>PASSO</b>	<b>POSIÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO DA TAREFA</b>
1	1	Início (gabinete)
2	2	Receber o GSE e registar o número de horas de funcionamento
3	1	Abrir registo de manutenção
4	3	Movimentar o trator para junto do GSE
5	2	Atracar equipamento GSE
6	4	Rebocar equipamento para a célula de trabalho
7	3	Parquear trator
8	4	Retirar blindagens
9	3	Movimentar o trator para junto do GSE
10	5	Rebocar equipamento para a fossa - lavagem
11	4	Rebocar equipamento para a célula de trabalho
12	3	Parquear trator
13	4	Ir para a célula (início inspeção)
14	6	Buscar massa de lubrificação
15	4	Regressar à doca
16	7	Buscar consumíveis ao <i>kanban</i> (filtros)
17	9	Deixar junto ao elevador
18	8	Buscar óleo das caixas
19	9	Ir para o elevador
20	3	Movimentar o trator para junto do GSE
21	9	Rebocar equipamento para o elevador
22	3	Parquear trator
23	9	Regressar ao elevador
24	10	Buscar o depósito de óleo residual
25	9	Ir para o elevador
26	9	Retirar óleo e filtros
27	11	Depositar filtros usados na área de resíduos
28	9	Ir ao elevador
29	12	Segregar o material contaminado na área de resíduos
30	9	Ir ao elevador
31	13	Ir à sala de químicos buscar o líquido refrigerante
32	9	Ir ao elevador
33	10	Arrumar o depósito de óleo residual
34	9	Ir ao elevador
35	3	Movimentar o trator para junto do GSE
36	9	Ir ao elevador
37	4	Rebocar GSE para a doca
38	3	Movimentar o trator para junto do GSE
39	15	Ir à ferramentaria (buscar chaves especiais. Ex: chaves de torque)
40	4	Regressar à doca
41	15	Ir a ferramentaria (arrumar chave)
42	4	Regressar à doca
43	3	Movimentar o trator para junto do GSE

44	4	Ir para a doca
45	16	Rebocar equipamento para o exterior (teste funcional)
46	4	Rebocar o equipamento para a doca (montar blindagens)
47	14	Ir buscar os macacos (substituição de pneus)
48	4	Repor os macacos no sítio
49	5	Rebocar para a fossa (lavagem final)
50	14	Rebocar equipamento para o exterior
51	3	Parquear trator
52	1	Ir ao gabinete (fechar folha)
53	15	Ir à rua para colar etiqueta de inspeção
54	1	Regressar ao gabinete (receber nova tarefa)

Nesta ação de manutenção, ilustrada no diagrama da Figura 38, contabilizaram-se cerca de 1694 metros, dos quais, 984 metros (58%) são a pé e os restantes 710 metros (42%) são consequentes da movimentação de equipamentos motorizados.

## II. Pontos críticos de paragem no diagrama de *spaghetti*

O diagrama de *spaghetti* permitiu verificar que os pontos de paragem que implicavam a deslocação por um trajeto longo entre a posição de trabalho e o local de recolha de material ou de execuções complementares foram respetivamente: a sala de químicos, fossa de lavagem, ferramentaria e o *Kanban*.

## III. Identificação de problemas

Pelo resultado das observações feitas no *shop floor*, identificaram-se várias situações e locais onde é possível incrementar melhorarias:

- O local de estacionamento e de carregamento das baterias do carro de lavar chão condiciona parcialmente a circulação para dentro da sala da ferramentaria e o acesso aos kits mobilidade que se localizam;
- Linhas de marcação das células estão pouco visíveis, devido ao desgaste;
- Marcação de linhas do estacionamento no exterior e segregação dos equipamentos com trabalhos concluídos, dos equipamentos que aguardam intervenção;
- Marcação de linhas de segurança no elevador de viaturas e outros equipamentos inexistentes;
- Os carros de óleo novo estão a ser obstruídos pelo carro de recolha de óleo;
- Ausência de um local específico para as reparações elétricas;
- Na zona de segregação de resíduos contaminados, os depósitos não têm identificação clara do que se deve colocar em cada um deles;
- Elevado dispêndio de tempo na movimentação dos macacos hidráulicos do hangar de manutenção para a SEA;

- Identificação dos óleos mais utilizados para ficarem mais acessíveis nas ações de manutenção, com recurso a um carro de transporte e uma pistola pneumática, facilitando o procedimento de substituição de óleo;

### **Ações de melhoria**

- Definir linha de segurança para o elevador de equipamentos e zona de lavagem de peças;
- Ajuste, remarcação e identificação das células de trabalho;
- Na zona de estacionamento de equipamentos, definir do lado norte – parque de receção de equipamentos, que aguardam trabalhos de manutenção; no lado sul – parque de devolução de equipamentos, com trabalhos concluídos;
- Criação de uma porta de acesso à sala de ferramentaria;
- Criação de uma célula junto à sala de eletricidade e da área de carregamento de baterias, para trabalhos de reparação dos sistemas elétricos;
- Ajuste da disposição dos utensílios junto à área de segregação de resíduos e de lavagem de peças.

### **6.3.1 Resultados da análise do *layout da SEA***

A identificação das oportunidades de melhoria na secção anterior, permitiu desenvolver as seguintes propostas de melhoria para a atual configuração do hangar (Figura 39)(Anexo 4: Legenda da planta).

- a) Conversão do armazém para a futura sala de ferramentaria;
  - A sala Armazém atualmente não está a ser aproveitada. Esta alteração permite o aproveitamento deste espaço para a nova sala da ferramentaria, possibilitando guardar mais facilmente as ferramentas neste espaço, que é de maiores dimensões.
- b) Criar uma zona própria para o estacionamento da máquina de lavar chão junto à zona de carregamento de baterias;
  - Permite desobstruir o acesso às caixas de mobilidade e facilitar a livre circulação, para a sala de ferramentaria.
- c) Definir a célula de trabalho n.º 10 para trabalhos de reparação elétricos.
  - A execução de trabalhos específicos junto das zonas de suporte, agilizam o trabalho, porque permite diminuir o número de deslocações desnecessárias;
- d) Marcar uma linha diretriz no chão, na fossa de lavagem.
  - Permite facilitar a movimentação de um equipamento para a fossa, sem ter a necessidade de pedir com tanta frequência o apoio aos colegas de trabalho;
- e) Traçar as linhas de operação e de segurança do elevador de viaturas;
  - Evitar a obstrução das zonas internas às linhas e aumentar o nível de segurança dos trabalhadores;

- f) Traçar linhas de marcação para o estacionamento de viaturas no exterior do hangar, especificando a zona das viaturas prontas das que se encontram a aguardar manutenção.
- o Diminuir a necessidade do responsável pelo reboque de questionar quais são as matrículas dos equipamentos que estão prontas ou informar que determinado equipamento foi entregue para manutenção;

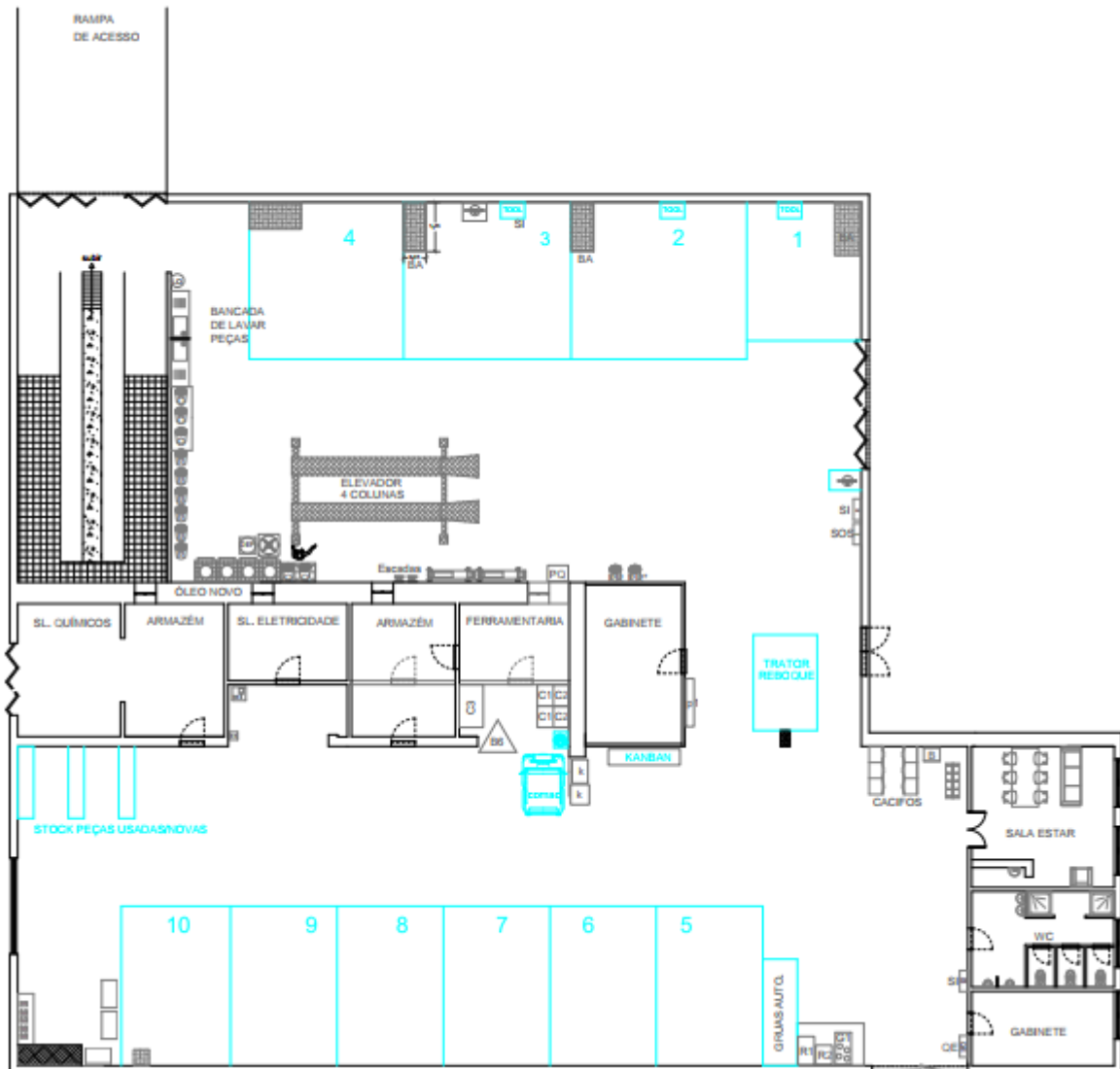


Figura 39 - Pre-lean: Layout actual da SEA.

## I. Estacionamento do carro de lavar chão

### Análise

Constatou-se junto dos técnicos da SEA, que “O local de estacionamento e de carregamento das baterias do carro de lavar chão condiciona parcialmente a circulação, para dentro da sala da ferramentaria e o acesso aos kits de mobilidade que aí se localizam.” Esta afirmação é confirmada pela Figura 40.

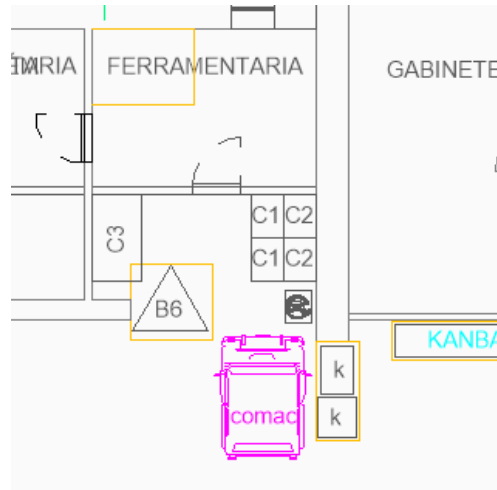


Figura 40 - Parque de carregamento elétrico de baterias da máquina de lavar chão.

Para a Figura 40, são legendados os seguintes blocos/símbolos:

- B6 – Posição de realização do teste funcional de um macaco hidráulico B6;
- COMAC – Máquina industrial de lavar o chão;
- K – Prateleira do sistema *kanban*;
- C3 – Contentor do kit de missões (0,9x1,6);
- C2 – Contentor do kit de missões (0,6x0,8m);
- C1 – Contentor do kit de missões (0,6x0,8m);

Quando o macaco hidráulico e a máquina de lavar chão se encontram nestas posições, o acesso à ferramentaria encontra-se condicionado.

### **Desperdício**

- Acesso à sala de ferramentaria condicionado

### **Ação de melhoria**

A solução implementada passou por transferir o carregador elétrico da máquina de lavar, para a área de carregamento de baterias de 12 V, bem como na criação de uma posição de estacionamento junto a esse local. Esta solução melhorou o acesso à ferramentaria e agrupou todos os equipamentos relacionados com a máquina de lavar chão num só local. Conforme visível na Figura 41.

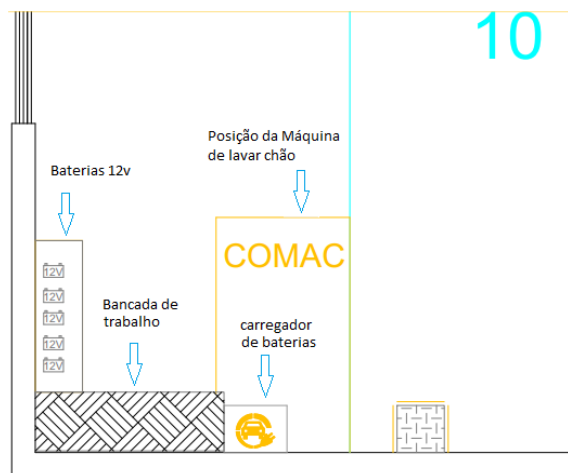


Figura 41 - Solução implementada para o estacionamento da máquina de lavar chão.

NOTA: A proposta apresentada, ainda não foi executada até à conclusão deste relatório. Aguarda a adaptação da instalação elétrica no local e a marcação das novas linhas no chão.

## II. Zona de segregação de resíduos contaminados

A alta diversidade e quantidade de equipamentos entregues à SEA, para garantir a manutenção destes equipamentos leva à produção de diversos resíduos contaminados e potencialmente nocivos para o meio ambiente. Com a especial preocupação para as questões ambientais, visto que a BA5 se encontra sobre uma norma ambiental estritamente exigente – EMAS (1221/2009), alterado pelo 2018/2026, implica que haja um elevado controlo e segregação dos resíduos produzidos (óleo mineral, óleo sintético, recipientes sob pressão, embalagens contaminadas, ...), para que seja possível um adequado tratamento dos resíduos nocivos e resíduos para reciclagem.

### Análise

No *shop floor*, a zona de segregação de resíduos é constituída por um número considerável de contentores, que permitem a correta segregação dos diferentes resíduos produzidos, conforme o preconizado pela política ambiental da BA5 – n.º 02/2018 (BA5, 2018), no seguimento do comprimento da exigente norma de qualidade do EMAS 1221/2009 (Comissão Europeia, 2017).

Neste espaço, identificou-se a ausência de um local específico, para a arrumação das bacias de retenção, fazendo com que ficassem em cima de outros objetos e dispersas por esta zona de segregação de resíduos.

Cada contentor de resíduos deve estar identificado com as informações sobre o tipo de resíduo, bem quanto das questões de segurança e de risco ambiental. Porém estas cartazes informativos não facilitam a interpretação do técnico para realizar a correta segregação, implicando algumas vezes chamar um colega de trabalho para esclarecer

as suas dúvidas ou pode potenciar a ocorrência de má segregação. Esta última situação implicava tempo despendido na hora de despejar os contentores, nomeadamente retificar a situação e transferir os componentes para outro contentor, levando a um acréscimo de tempo na execução da tarefa.

Identificou-se a ocorrência frequentem de acumulação de resíduos até à capacidade máxima do próprio recipiente (contentor de matéria ferrosa).

Verificou-se que quando se faz a colocação de componentes contaminados com óleo ou massa, é suscetível de ocorrer a projeção de salpicos de óleo para a parede. Implicando na necessidade de grande dispêndio de tempo na remoção da sujidade de óleo na parede, provocada pelos salpicos.

Os contentores de resíduos foram feitos com o reaproveitamento de bidons usados. A característica destes contentores, dificulta a deslocação dos depósitos para se despejar os resíduos.

Por último, o elevado número de contentores e o espaço limitado para confinar estes recipientes nesta zona implicava que os carros de transporte dos bidons de óleo novo ficassem bloqueado com os carros de recolha de óleo usado.

### **Desperdício**

- Ausência de um local específico para arrumação das bacias de retenção;
- Longa deslocação à sala dos químicos, para recolher óleo novo;
- Dificuldade na segregação dos resíduos, implicando a execução de tarefas adicionais, para corrigir os erros ou a ocupação desnecessária de colegas de trabalho;
- Tempo desperdiçado na movimentação dos contentores, por serem de difícil manuseamento;
- Acumulação de resíduos;
- Carros de transporte de óleo bloqueados por outras ferramentas de apoio, dificultando o acesso a equipamentos de trabalho;
- Dificuldade na limpeza das paredes, originado pela projeção de salpicos de óleo, levando a uma maior gasto de tempo nas tarefas de limpeza;
- Falta de informação de apoio no local, sobre a tarefa de segregação dos resíduos.

Na Figura 42, pode-se visualizar a zona de segregação de resíduos antes da aplicação das ações de melhoria.



Figura 42 - Pré-lean - Zona de segregação de resíduos contaminados.

### Ações de melhoria:

- Instalação de uma prateleira, para arrumação das bacias de retenção;
- Afixação de notas informativas mais claras, com a listagem de exemplos de componentes ou químicos, que devem ser depositados em cada contentor;
- Aquisição de contentores móveis adequados em tamanho, para cada tipo de resíduo a segregar;
- Criação de um plano, para efetuar o despejo dos contentores de resíduos;
- Identificação dos contentores menos utilizados e diligenciar a sua transferência, para um espaço externo, reduzindo a má utilização do espaço físico;
- Instalação de um painel de azulejos ou parede lavável juntos aos contentores de componentes contendo resíduos de óleo.

Na Figura 43 é exibido os novos placares informativos para o apoio à segregação de resíduos, facilitando o processo de separação dos resíduos produzidos.



Figura 43 - Pós-lean: Afixação de uma lista complementar com os componentes aplicáveis à área de trabalho.

A zona de lavagem de peças é composta por uma máquina de lavagem e por dois lavatórios (Figura 44). Na remodelação do espaço, optou-se por retirar um lavatório, considerando-se que um é suficiente para satisfazer todas as necessidades da manutenção. Removeu-se a máquina de lavar peças, por esta se encontrar obsoleta e com defeitos de funcionamento. Estas decisões, permitiram criar espaço físico livre, que permitiu instalar uma prateleira, para arrumar as bacias de retenção de resíduos. Definiu-se um local específico para a arrumação deste tipo de utensílios (Figura 45).



Figura 44 - Pré-lean: Zona de lavagem de peças.



Figura 45 - Pós-lean: Prateleira para arrumação de bacias de retenção.

Para tornar as ações de manutenção mais expeditas, identificaram-se os óleos mais utilizados e de maior consumo ao longo do ano, de forma a ser retirado o óleo novo diretamente do bidão, com recurso a pistolas (Figura 46).



Figura 46 - Pós-*lean*: Novo local para os Carros de óleo novo.

Na Figura 47 é exibido o resultado da remodelação feita à zona de resíduos. As melhorias introduzidas tornaram o local mais acessível e de fácil limpeza.



Figura 47 - Pós-*lean* - Zona de segregação de resíduos contaminados.

### III. Marcação de Linhas no pavimento

#### Análise:

A marcação de linhas no pavimento é um método de gestão visual, fortemente utilizado na metodologia *lean*, que ajudam a reforçar a segurança do genba e a melhorar eficiência de produção. A marcação ao redor de uma área ou equipamentos específicos, com potencial para causar danos físicos num trabalhador, ajudam a delinear uma zona de segurança para trabalhadores ou visitantes facultando-lhes manter a distância de segurança recomendada. Uma área marcada para a colocação de paletes, matéria-prima ou resíduos são outros exemplos, que podem aumentar a eficiência e organização da área de trabalho.

#### Desperdício:

- Gestão ineficiente do espaço;
- Maior dificuldade na arrumação dos diversos itens.

### **Ações de melhoria:**

Para que as marcações produzam o benefício para o qual foram projetadas, é fundamental que os trabalhadores tenham conhecimento do seu significado e ser consistente em todo o espaço laboral da empresa/instituição. Desta forma, o utilizador deste espaço laboral consegue associar uma cor a um tipo de área permitindo-lhe compreender com alguma facilidade, a forma como tem de agir, quando se depara com essa essa sinalização. Para além disso, o código de cores deve ser claro e de fácil perceção.

Nas pesquisas efetuadas, não se identificou nenhum regulamento ou outro tipo de documento orientador de fonte oficial a nível nacional ou europeu. Apenas se identificaram referências sobre a sinalização de locais, que apresentam perigo para a saúde dos trabalhadores, como por exemplo: perigo de queda, desníveis no pavimento e outros focos de perigo (ISO 3864-1) (Portaria n.º 1456-A/95, 1995, pp. 7734-(3)).

Com o senso de uniformização de simbologia dentro da BA5, tentou-se replicar ao máximo o esquema de cores já implementado noutros hangares, conforme indicado na Tabela 19. Quanto à espessura das linhas, adotaram-se as seguintes características:

- Largura das linhas das células de trabalho: 10 cm;
- Largura das restantes linhas: 5 cm.

Tabela 19 - Significado das cores das linhas de marcação do chão.

<b>COR</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Amarelo</b>	Zona transacionável. <i>Ex: Zonas transitáveis e células de trabalho</i>
<b>Amarelo e preto</b>	Risco de queda, colisão com obstáculos. <i>Ex: Rampas, escadas, ...</i>
<b>Azul</b>	Local de armazenamento temporário de matéria-prima ou receção de componentes. <i>Ex: Cargas e descargas</i>
<b>Preto</b>	Localização permanente de Objetos/equipamentos. <i>Ex. Prateleiras e bancadas de trabalho</i>
<b>Amarelo e preto</b>	Área para permanecer desobstruída por razões de segurança ou regulamentação. Perigo de danos físicos, requer precaução extra. <i>Ex: Equipamentos elétricos de rotação, elevador de viaturas</i>
<b>Branco</b>	Equipamentos e acessórios. <i>Ex: estações de trabalho, carrinhos, ...</i>
<b>Vermelho</b>	Produtos perigosos <i>Ex: Produtos corrosivos, resíduos contaminados, óleo hidráulico</i>
<b>Vermelho e branco</b>	Área a ser mantida desobstruída por razões de segurança. <i>Ex: Quadros elétricos, Equipamento de combate a incêndios, lava olhos ...)</i>

Para a marcação das linhas no pavimento, teve-se em conta as seguintes regras:

1. Usar o mínimo de cores possível;
2. Colorir a célula de trabalho e das posições dos equipamentos;
3. Código de cores para áreas de armazenamento;
4. Código de cores – áreas para manter desobstruídas, por razões de segurança;
5. Áreas em frente de quadros elétricos;
6. Matérias ou equipamentos perigosos;
7. Áreas operacionais que se devem manter desobstruídas.

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório.

#### IV. Fossa de lavagem

##### Análise:

A fossa de lavagem não apresentava qualquer linha de orientação que facilitasse as manobras de posicionado dos equipamentos rebocados para este local. Na maioria das vezes o manobrador precisava de solicitar apoio, para realizar em segurança, esta tarefa.

##### Desperdícios:

- Execução de tarefas com mais indivíduos do que o necessário;

##### Ações de melhoria

Apesar de haver um rodapé (abas metálicas) nos bordos internos da fossa, para evitar que o rodado se mova para dentro da fossa, procedeu-se à marcação de linhas no chão, para aumentar a segurança e simplificar a realização desta tarefa, conforme visível na Figura 48.

Na Figura 49, a marcação das linhas está representada a amarelo. A marcação é feita paralelamente ao longo das extremidades interiores da fossa, prolongando-se por cinco (5) metros, desde o portão até ao exterior da rampa de acesso, com uma largura de 10 cm. O rodapé da fossa, com uma altura de 0,14 m, deve ser pintada de cor amarela com riscas pretas (Despacho n.º 11187/2014, de 4 Setembro, 2014).



Figura 48 - Linhas de limitação fossa de lavagem.



Figura 49 - Linhas de orientação no acesso à fossa de lavagem.

## V. Elevador de viaturas

### Análise

De acordo com o manual de utilização do elevador de viaturas (Werther, 2008) são definidas duas zonas (Figura 50):

- Zona de perigo: Área de ocupação do elevador, mais o perímetro adicional de segurança, que corresponde a 1 metro de distância das extremidades do elevador, e afastamento de dois metros da cabeça do elevador (entrada do elevador), à cauda do elevador (lado oposto da entrada do elevador);
- Zona do operador: Posição do operador junto ao quadro de comando, para operar com o elevador – 1 m<sup>2</sup>.

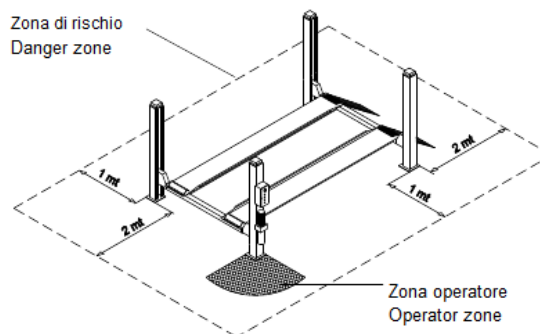


Figura 50 - Linhas de segurança do elevador de viaturas (Werther, 2008).

A área circundante do elevador de viaturas não apresenta linhas de segurança. A ausência delas, pode levar à colocação temporária de objetos (caixa de ferramentas, carros de óleo) dentro dessa área, pondo em causa a zona de segurança e o fluxo de trabalho do técnico que está a trabalhar com o elevador. Ao projetar-se as linhas de segurança, verificou-se que havia equipamentos a obstruir este espaço (Figura 51).

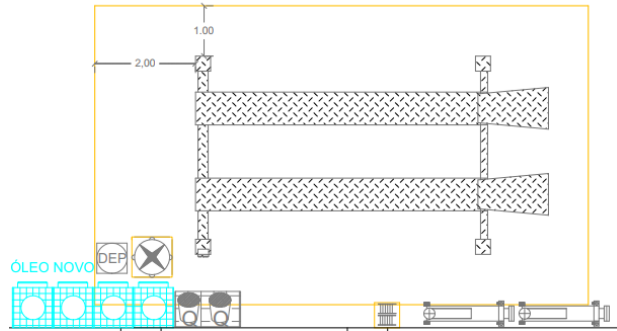


Figura 51 - Marcação de linha com identificação de problema de espaço.

No final foi possível libertar espaço nesta área, garantindo a desobstrução e segurança na área, com o resultado apresentado na Figura 52.

### Desperdícios

- Maior risco de segurança devido à obstrução do espaço, limitando o espaço de trabalho do operador;
- Os objetos estacionados na área de segurança condicionam o normal fluxo do trabalho.

### Ações de melhoria

- Marcar linha do perímetro de segurança do elevador e do operador (Figura 52).
- Deslocar os equipamentos que estão a obstruir o espaço para outro lugar a designar.

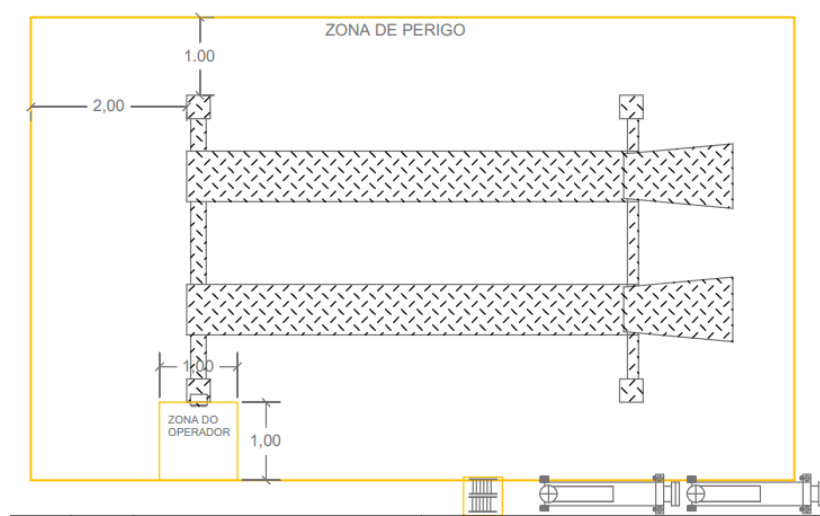


Figura 52 - Marcação de linhas de segurança - elevador de viaturas.

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório. Aguarda intervenção pela secção responsável.

## **VI. Parqueamento externo para os equipamentos GSE**

### **Análise**

A entrada e saída de equipamentos GSE, no processo de manutenção implica que o parqueamento dos equipamentos, seja feito pelo M16, junto ao exterior do edifício.

Os equipamentos eram parqueados com alguma frequência, de forma desadequada, o que prejudicava a correta gestão do espaço físico. O equipamento era parqueado na posição que mais convinha, para facilitar a movimentação do trator de reboque. Em dias de maior atividade da manutenção, esta atitude implicava que o parqueamento de novos equipamentos, bloqueasse outros, aumentando o desperdício de tempo na movimentação dos equipamentos para dentro do hangar.

### **Desperdício**

- Tempo excessivo despendido, para rebocar um equipamento, que estava bloqueado por outros;
- Desperdício de tempo pelo operador, para confirmar juntos dos técnicos da SEA, se determinado equipamento já se encontra em condições de ser operado;
- Necessidade de a receção do equipamento ser acompanhada por um técnico da SEA, para poder confirmar a entrega solicitada para manutenção, do respetivo equipamento;
- Trocas no reboque de equipamentos.

### **Ação de melhoria**

- Definir lugares de parqueamento no exterior;
- Segregar a zona norte (relativo ao portão principal), para equipamentos operativos (manutenção concluída) e a zona sul para equipamentos, que aguardam manutenção.

A proposta apresentada foca-se na criação de duas zonas de parqueamento de equipamentos. A criação de um parque a norte do portão, para os equipamentos com trabalhos de manutenção concluídas, designado “Parque de entrega”; e a criação de um parqueamento a sul do portão de entrada, para os equipamentos que vão ser intervencionados, denominado “parque de receção” (Figura 53).

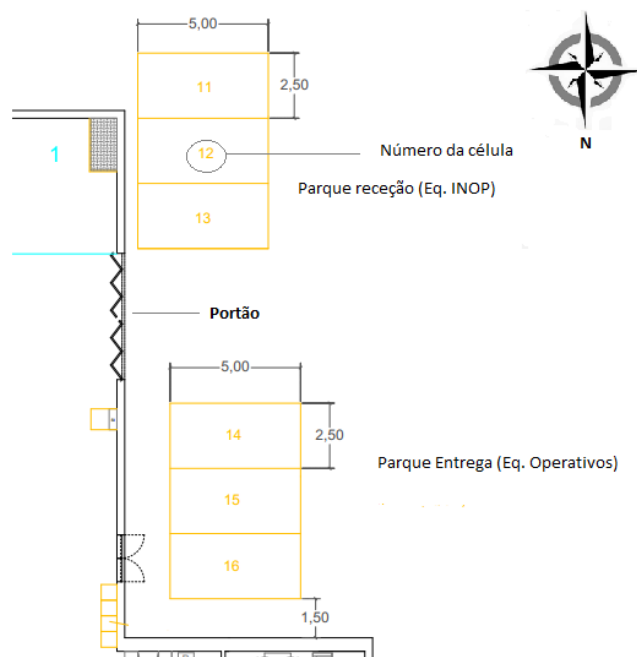


Figura 53 - Solução implementada para a organização do estacionamento de equipamentos.

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório. Aguarda intervenção pela secção responsável.

## VII. Célula de reparações elétricas

### Análise

De acordo com os resultados do diagrama de *Pareto*, apresentados na Figura 16, no AC, a maioria das ações de manutenção ocorrem no sistema elétrico.

A pesquisa de avaria requer a execução de vários testes. Numa primeira fase, a identificação da origem do problema junto do equipamento, que poderá requerer a utilização de vários dispositivos de diagnóstico e consecutivamente a movimentação do técnico à sala de eletricidade, para levantar algumas ferramentas específicas de apoio, e posteriormente, pode ser necessário executar trabalhos de reparação em bancada (sala de eletricidade), com a realização dos respetivos testes no equipamento e finalizar o trabalho. Verificou-se que este tipo de intervenções técnicas específicas não tem um local próprio e próximo das áreas de relevância para a sua execução. O técnico é forçado a perder algum tempo na deslocação desde a célula de trabalho, em que se encontra a trabalhar, até à sala de eletricidade ou à área de carregamento de baterias.

### Desperdício

- Deslocações excessivas para os locais que prestam apoio nas suas tarefas.

### Ação de melhoria

Foi proposto a criação de uma célula de trabalho específica para as ações de manutenção elétricas na célula n.º 10, devido à sua proximidade com a zona de carregamento de baterias elétricas e à sala de reparações elétricas. Conforme exibido na Figura 54.

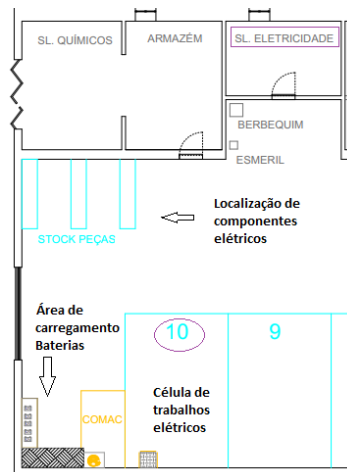


Figura 54 - Solução implementada - criação de uma célula de reparações elétricas.

Na Figura 55 (situação atual) e na Figura 56 é representado o diagrama de *spaghetti* das deslocações efetuadas no cenário atual e para o novo modelo de *layout*, respetivamente. Nessas deslocações os pontos de paragem estão descritos na Tabela 20.

Tabela 20 - Passos genéricos durante uma reparação elétrica a um GSE, representados na Figura 55 e Figura 56.

Passo	Ação
1	Gabinete - receção e processamento de informação
2	Movimentar o trator para junto do GSE
3	Deslocar para o parque de equipamentos que aguardam manutenção
4	Parquear GSE numa célula de trabalho
5	Parquear o trator
6	Início de trabalhos na célula de trabalho
7	Levantar uma ferramenta de uso específico
8	Regressar para a célula de trabalho
9	Arrumar ferramenta na ferramentaria
10	Regresso para a célula de trabalho
11	Testar ou reparar componente na sala de eletricidade
12	Regressar para a célula de trabalho
13	Levantar um sobressalente
14	Regressar para a célula de trabalho
15	Carregar bateria elétrica
16	Regressar para a célula de trabalho
17	Levantar e testar bateria carregada
18	Regressar para a célula de trabalho
19	Movimentar o trator para junto do GSE
20	Dirigir o trator até à célula
21	Rebocar o GSE para o parque exterior
22	Parquear o trator de reboque
23	Realizar teste funcional ao GSE
24	Gabinete - fecho do registo de manutenção

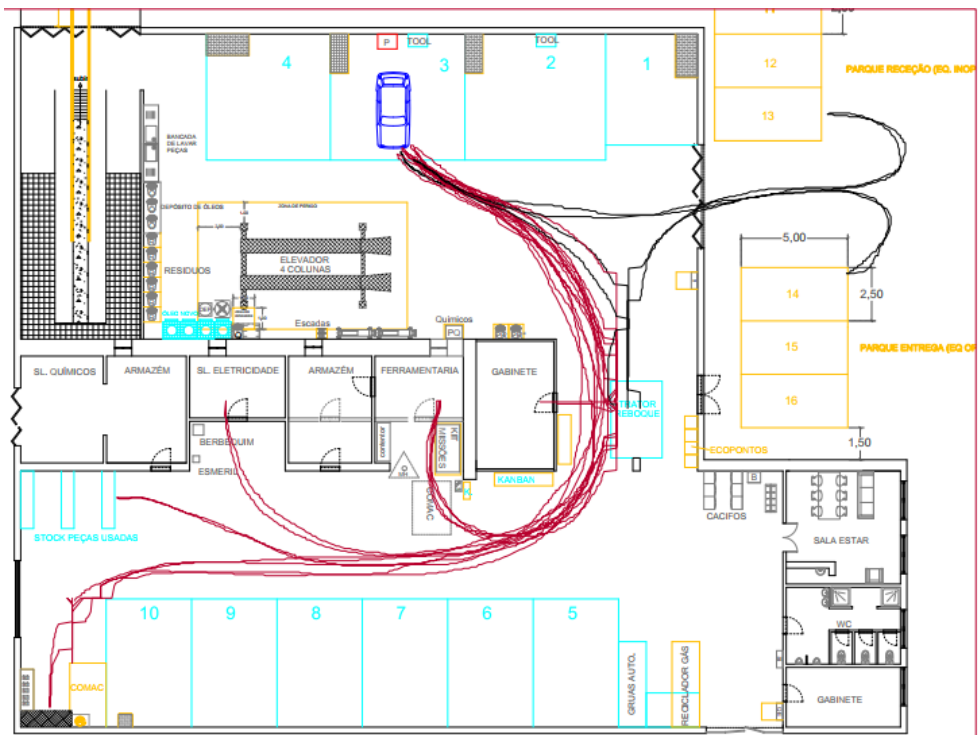


Figura 55 - Diagrama de *spaghetti* - reparação elétrica (pré-lean).

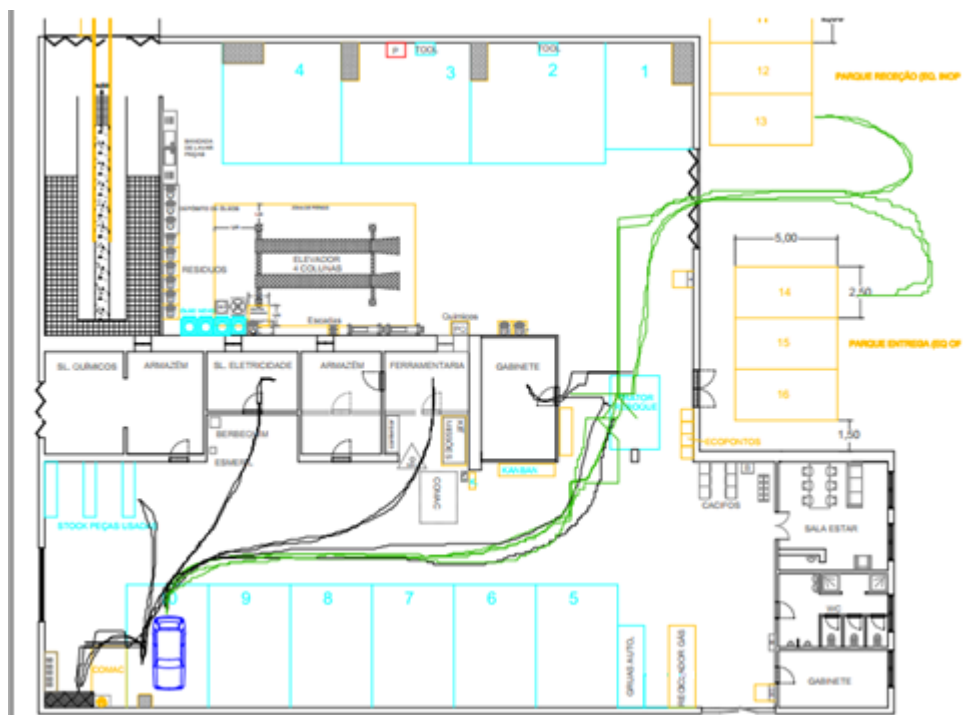


Figura 56 - Diagrama de *spaghetti* – célula de reparação de material elétrico (pós-lean).

As distâncias percorridas entre o atual modelo e o modelo proposto estão sintetizadas na Tabela 23. Apesar de haver um acréscimo de 71%, na ação de rebocar o equipamento, conseguiu-se uma redução de 38%, no total de movimentações efetuadas, durante este tipo de manutenção, porque o técnico está mais próximo das zonas de trabalho, que lhe dão suporte nas tarefas.

Tabela 21 - Comparação das distâncias percorridas durante uma reparação elétrica, entre o modelo atual e a nova proposta.

	Pé [m]	variação (%)	Rebocar [m]	variação (%)	Total	variação [%]
<b>Atual modelo</b>	564	---	146	---	710	---
<b>Nova proposta</b>	193	- 66%	250	+ 71%	443	- 38%

Esta célula de trabalho será dimensionada com uma largura de cinco (5) metros, de forma a ser possível posicionar o AC (modelo JO3C) (Figura 57), que apresenta uma largura máxima de 2,65 m, sobrando 1,175 m de espaço para trabalhar. (Ver anexo – Dimensões da célula).



Figura 57 - AC de Modelo JO3C (ver anexo 6 – dimensões célula).

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório. Aguarda intervenção pela secção responsável para adaptar a nova instalação elétrica no local.

## **VIII. Posições fixas**

### **Análise**

O hangar da SEA possui um conjunto de utensílios, ferramentas fixas e áreas de trabalho, que não apresentam marcação do local e da sua respetiva área de segurança. A sua marcação contribui para um melhor senso de organização, possibilitando que se identifique o devido local e área de segurança que lhe corresponde. A deslocação de um equipamento do seu local pré-estabelecido, pode ser motivada por ações de limpeza ou por necessidade de manutenção. havendo-se existir uma correta marcação no pavimento, torna-se simples e intuitivo a reposição do equipamento no seu local original. A posição dos equipamentos acaba por ser importante, porque permite a eficaz gestão do espaço físico e facultar o cumprimento das condições mínimas impostas pela lei, que estabelece:

- “Os intervalos entre máquinas, instalações ou materiais devem ter uma largura de, pelo menos, 0,60 m.” (Despacho n.º 11187/2014, de 4 Setembro, 2014, p. 22974, Cap 2.4.2 alínea f).
- “Ao redor de cada máquina ou de cada elemento de produção deve ser reservado um espaço suficiente, devidamente assinalado, para assegurar o seu funcionamento normal e permitir as afinações e reparações correntes, assim como, o empilhamento dos produtos brutos em curso de fabricação e dos produtos acabados.” (Portaria 702/80, n.d., p. 2851, artigo 11, alínea 3).

### **Desperdício**

- Ausência de lugares específicos para a arrumação.

### **Ações de melhoria**

- Marcação das respetivas posições dos objetos e áreas de segurança (ver anexo 6).

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório. Aguarda intervenção pela secção responsável para executar as marcações no chão.

## **IX. Caixas de ferramentas**

### **Análise**

Nas várias zonas de trabalho da SEA, que são equipadas com vários conjuntos de ferramentas, identificaram-se alguns locais com um baixo nível de organização, que dificulta a realização do controlo do inventariado e atrapalha a procura das ferramentas a utilizar na realização das ações de manutenção.

### **Desperdício**

- Ausência de controlo do inventário de ferramentas;
- Desperdício de tempo na procura de ferramentas;
- Risco de esquecimento de ferramentas dentro de um equipamento.

### **Ações de melhoria**

- Em cada gaveta, aplicou-se uma base em espuma densa com o desenho de baixo-relevo de cada ferramenta;



Figura 58 - Gaveta de ferramentas. Pré-*lean*: figura da esquerda e à direita resultado pós-*lean*.

Este tipo de arrumação trouxe notórios benefícios no trabalho. Permite agilizar a disponibilidade das ferramentas ao utilizador, porque facilita a sua identificação e proporciona o controlo eficiente de todo o inventário.

#### **X. Layout final**

A Figura 59 apresenta a proposta para o novo *layout* da SEA, do qual se entende conseguir obter os seguintes benefícios (no Anexo 5: pode-se ver o diagrama de *spaghetti* do *layout* proposto):

- Redução da necessidade de deslocações;
- Melhorar o aproveitamento do espaço do hangar, que se conseguiu através da reorganização da disposição dos equipamentos e pelo aproveitamento das salas que não estavam a ser devidamente exploradas;
- Melhorar a acessibilidade na arrumação das ferramentas de trabalho;
- Otimizar a sinalização do espaço físico, para que se obtenha o aproveitamento do espaço e destacar os cuidados de segurança a disponibilizar aos utilizadores da área de trabalho.

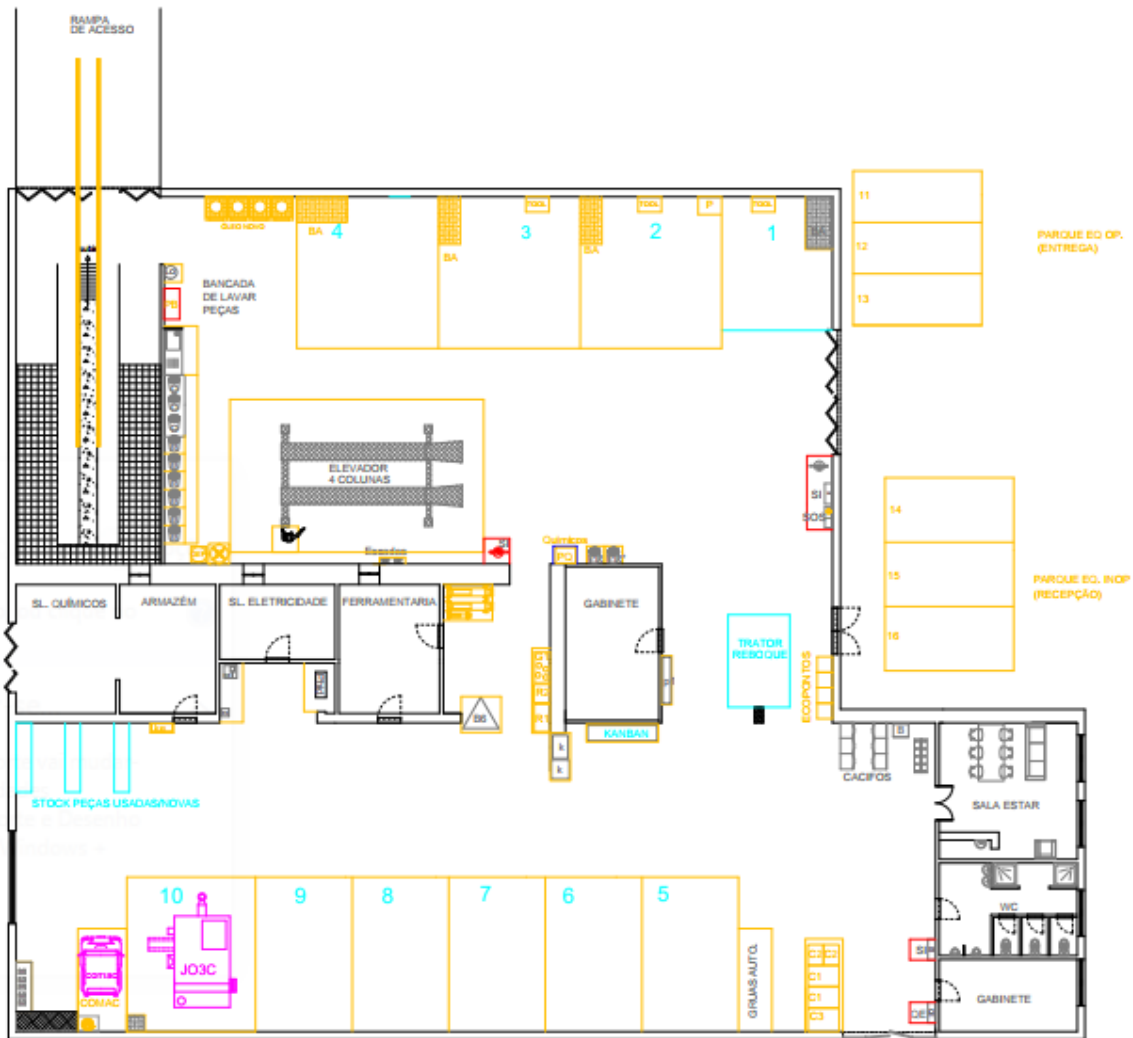


Figura 59 - Pós-*lean* - Layout do hangar.

Legenda da Figura 59:

- Linhas a azul – marcação de linhas atuais, que não sofrem alteração;
- Linhas amarelas – marcação de linhas novas no pavimento;
- Linhas a vermelho – marcação de linhas novas que representam a localização de equipamentos de emergência (Sistema de incêndio ou caixa de primeiros socorros).

A proposta para o *layout* da SEA permite uma redução nas deslocações na ordem dos 14% e otimizar o espaço do hangar, e a fluidez dos processos (comparar Figura 38 com a Figura 59), conforme indicado pela Tabela 22.

Tabela 22 – Comparativo da distância percorrida numa ação de manutenção entre o atual e a nova proposta do *layout*.

	Pé [m]	variação (%)	Rebocar [m]	variação (%)	Total	variação [%]
<b>Atual modelo</b>	984	---	710	---	1694	---
<b>Nova proposta</b>	780	<b>- 26 %</b>	710	---	1490	<b>- 14%</b>

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório. Aguarda intervenção pela secção responsável.

As medidas utilizadas na marcação no chão estão definidas nos Anexo 7: e Anexo 8:.

## 6.4 Movimentação de equipamentos

Algumas ações de manutenção realizadas nas aeronaves F-16, exigem o recurso a um conjunto de macacos hidráulicos (três unidades), que permite elevar a aeronave durante as intervenções ao trem de aterragem e na efetivação das tarefas relativas à manutenção programada a que a aeronave está sujeita a cada 300 horas de voo (inspeção de fase).

As dimensões e o peso de cada macaco hidráulico (Figura 60), aumentam o grau de dificuldade na sua movimentação entre o hangar de manutenção de aeronaves e o hangar da SEA.

No total, existem na BA5, 24 unidades destes equipamentos, que exigem uma periodicidade de manutenção de 12 meses.

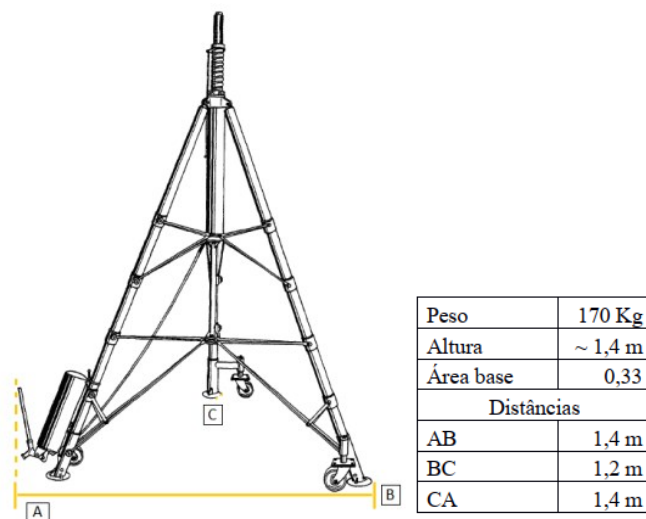


Figura 60 - Macaco hidráulico modelo B6.

As duas máquinas industriais de lavar chão (COMAC - C130b), existentes na BA5, são equipamentos fundamentais, para garantir a limpeza do pavimento e a segurança na circulação dentro do hangar (Figura 61). Estes equipamentos estão limitados a uma velocidade máxima de 6 km/h, impondo o dispêndio de tempo e provocam desgaste das baterias e acessórios, quando se movimentam entre os vários locais da manutenção.



Peso	1650 kg
Largura	1,7 m
Comprimento	2,6 m
Inclinação máx do pavimento	11%

Figura 61 - Máquina de lavar chão (COMAC C130) - características.

## Análise

Quando é necessário realizar ações de manutenção aos referidos equipamentos, é indispensável movimentá-los entre o hangar de manutenção de aeronaves e a SEA, por existir a necessidade de utilização de equipamentos de teste específicos (banco de ensaios do macaco), durante a realização das ações de manutenção. A movimentação, com um tempo médio de duração de 45 minutos por conjunto, é efetuada pelos elementos da área trabalho, que utiliza o equipamento.

A COMAC foi concebida com um baixo perfil, que obriga que a sua movimentação seja efetuada em superfícies regulares e com desnível máximo de 11°. Estas características, condicionam o carregamento deste equipamento para transporte, para uma eventual ação de manutenção a ser realizada numa entidade externa à Força Aérea Portuguesa.

## Desperdício

- Tempo excessivo na deslocação;
- Desaproveitamento das valências do operador de reboques (M16).

## Ações de melhoria

As dificuldades apresentadas, poderão ser mitigadas com a utilização de um *trailer* que permita efetuar a movimentação dos macacos hidráulicos e das máquinas de lavar COMAC. A utilização do trailer pode ser conciliada, com o aproveitamento das competências do M16 (*mike 16*), responsável pela realização do reboque de aeronaves e equipamentos GSE. O *trailer* permite movimentar, o conjunto completo de três macacos (Figura 65), cujo tempo de duração está descrito na Tabela 23.

Tabela 23 - Tempo necessário de deslocação.

AÇÃO	TEMPO [MIN]
Tempo de deslocação – pessoa (ida e volta)	42
Tempo de deslocação + carregamento - trator	15

A Figura 62 relaciona o tempo total empregue nas deslocações dos macacos, em função do número de ações de manutenção registadas por ano. Pelo número de movimentações de macacos registadas entre os anos 2017 e 2019, o recurso ao *trailer* permitiria ter uma economia de 35% do tempo despendido. Esta solução permite libertar técnicos de manutenção aeronáutico, para a realização das tarefas de reparação de aeronaves.

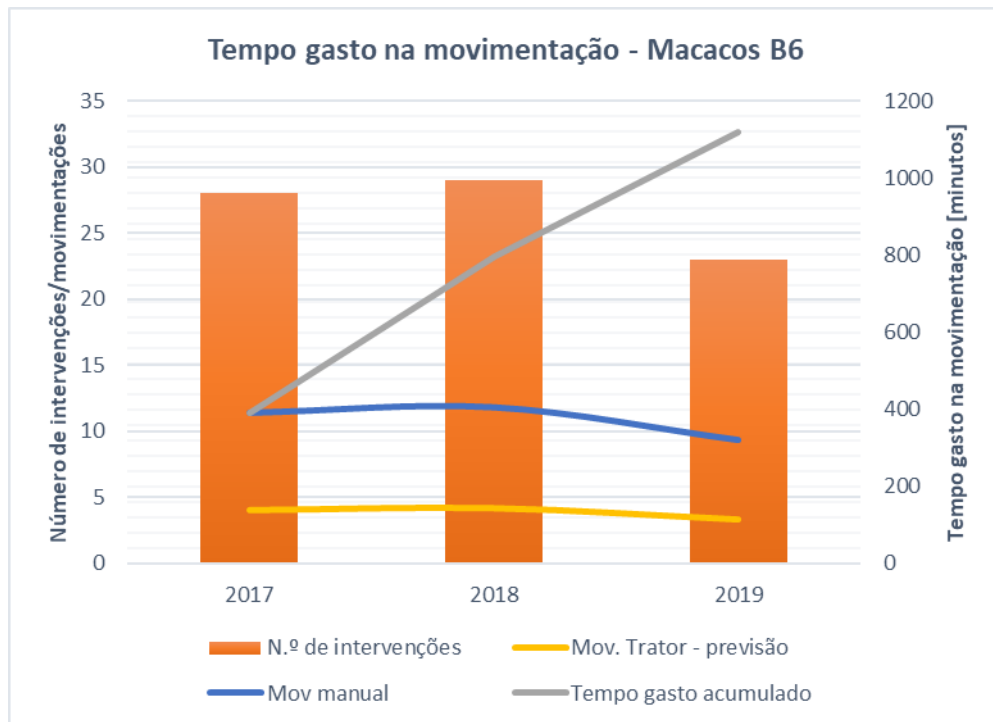


Figura 62 - Tempo necessário para movimentar macacos - manual vs por reboque.

Características propostas para o *trailer*:

- Carga útil (mínima): 1800 kg;
- Dimensões recomendadas: 3200 mm x 2000 mm (C x L) (Figura 63 );
- Ângulo da rampa (máximo): 11°;
- Pontos de amarração de carga: 12 unidades (4 por lateral e 2 por extremo);
- Engate de o tipo anel: 50 mm (diâmetro).

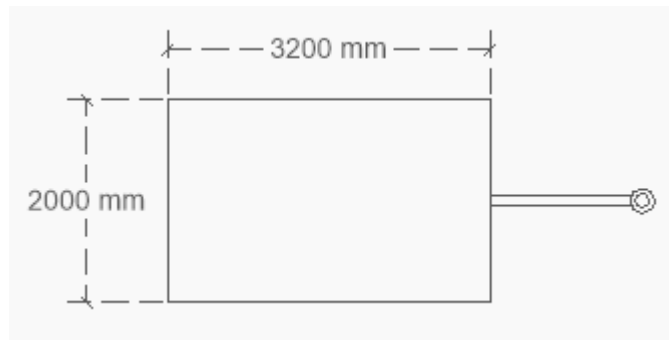


Figura 63 - Dimensões do *trailer*.

A rampa é uma peça móvel, guardada sob o estrado do equipamento de reboque, movida através de guias, que facilitam o seu manuseamento (Figura 64). O *trailer* deverá ser construído com chassis rebatível, para permitir baixar o estrado até ao solo, para facultar que o carregamento dos macacos, seja efetuado em segurança, recorrendo apenas a um interveniente.

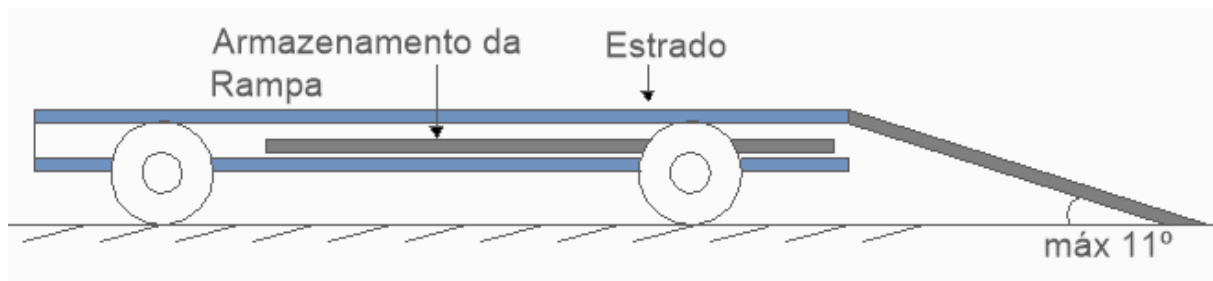


Figura 64 – Vista lateral do *trailer* (armazenamento da rampa e inclinação máxima da rampa).

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório.

## 6.5 Proteção dos Macacos hidráulicos

### Análise

Os macacos hidráulicos do tipo B6, são equipamentos de três apoios usados para elevar a aeronave F-16 e permitir a inspeção da retração do trem de aterragem ou para outro tipo de ação de manutenção, que requeira que a aeronave esteja num nível elevado e estável.

Geralmente, a utilização dos B6 é feita debaixo de estruturas cobertas, permanecendo protegidos. Todavia, pela natureza operacional onde está integrado e no âmbito do teatro operacional, podem ficar expostos temporariamente a diversas condições ambientais (chuva, neve e pó), durante as movimentações ou parqueamento temporário, em Portugal ou em destacamento num país estrangeiro. A exposição a elementos como a água e o pó podem ferir o seu bom funcionamento e condicionar a segurança durante a utilização deste equipamento.



Figura 65 - Conjunto de Macacos hidráulicos do tipo B6.

### **Desperdício**

- Diminuição do tempo médio entre falhas (MTBF);
- Maior exposição a agentes, potenciadores de falhas no equipamento;
- Potencial aumento de falhas de funcionamento;
- Aumento do número de diligências homem-hora.

### **Ação de melhoria**

É proposto a criação de uma capa de proteção, para diminuir a exposição do veio à chuva e pó. Tendo como benefício, maior fiabilidade e segurança durante a sua utilização, bem como na diminuição da mão de obra a ser atribuída e redução recursos materiais a aplicar.

A Figura 66 traduz o esquema para a produção das capas de proteção utilizando material resistente e impermeável que foi testado conforme demonstrado na Figura 67.

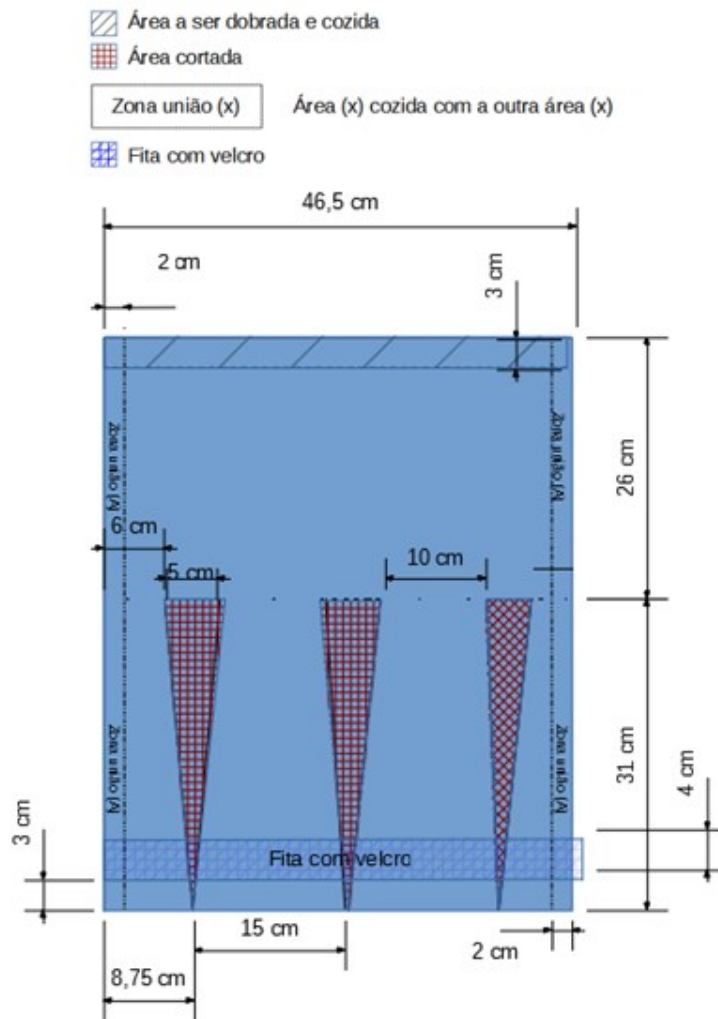


Figura 66 - Dimensões e esquema de corte da capa de proteção.



Figura 67 - Teste do protótipo da capa de proteção.

NOTA: A proposta apresentada ainda não foi executada até à conclusão deste relatório. Aguarda o fornecimento pela secção de aquisição.

## 6.6 Folhas de registo de utilização GSE – Operadores

### Análise

Tendo em conta a especificidade de cada tipo de GSE, existem equipamentos que são utilizados exclusivamente por uma área e outros que são requeridos por várias secções. Na maioria dos equipamentos utilizados por mais do que uma secção, é efetuado um registo de utilização; no caso particular do Teste Hidráulico, por ser de uso comum, devido à sua especificidade, impõe a necessidade de se efetuar um registo adicional, que permita o controlo de qualidade do óleo que utiliza.

Existem dois tipos de folhas de registo (Figura 68), para esta necessidade de controlo, uma folha de registo de utilização do equipamento e uma folha para o controlo do óleo, existente e reposto nos reservatórios do Teste Hidráulico. Em consequência, quando tal é necessário, o operador precisa de se identificar nas duas folhas, atrasando o processo da utilização do equipamento.

**a) HYDRAULIC TEST UTILIZATION REGISTRY**

OBS:

ANOMALIES:

NUMBER PLATE (Matrícula)	PERSON UNCHARGED (Responsável)	DATE/TIME (data/hora)	SIGNATURE (Assinatura)
Ex: EE-00-00	Nome/xxxxxx-X	15.2012-02-2014	
1			
2			
3			
4			
5			

**b) UTILIZATION REGISTRY**

Type: Hydraulic System    Number plate: \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_

OBS:

FAULT: (notify MOC 580111 or GSE 580212)

Aircraft Tail Number (Avião)	System A or B	Date/Time (data/hora)	User ID (identificação)	Signature (Assinatura)
Ex: 111H	A	09:30M / 20-06-2014	Nome123456-E	
01				
02				
03				

Figura 68 - Documentos de registo de utilização do Teste hidráulico. a) Folha de registo de reposição de óleo b) Folha de registo de utilização do equipamento.

### Desperdício

- Duplicação de informação;
- Desperdício de tempo na identificação do operador nas duas folhas de registo.

### Ações de melhoria

- Criação de uma folha de registo simplificada que reúne a informação de interesse em apenas uma única folha.

A Figura 69 mostra a estrutura do novo modelo, que permitiu simplificar o registo de informação e economizar tempo ao operador e à gestão da SEA, que faz o controlo destas folhas de registo.

<b>UTILIZATION REGISTRY</b>							
<b>Type:</b> Portable Hydraulic Test Stand <b>Date:</b> ___/___/____ <b>Number plate:</b> ___ - ___ - ___							
<b>FAULT/ OBS:</b> (notify M_____)							
Aircraft		Refill Oil - Hydraulic Test			User ID (identificação)		Signature (Rúbrica)
Tail Number <small>Aeronave</small>	System A or B	Volume [L]	Batch number (Lote)	Date (data)			
<i>Ex</i> 15199	<i>A e B</i>	---	---	<i>DD-MM-LL</i>	<i>Nome/123456-X</i>		
<i>Ex</i> 15198	<i>A</i>	SL	XX9999999	<i>DD-MM-LL</i>	<i>Nome/123456-X</i>		
01							
02							

Figura 69 - Solução – Folha de registo único para o Teste hidráulico.

## 6.7 Conclusões

Perante as oportunidades de melhoria identificadas no anterior capítulo, procurou-se desenvolver soluções mais eficientes através das várias ferramentas e metodologias descritas neste trabalho. Esta abordagem focou-se essencialmente na aplicação do conceito 5S, por se considerar que é o passo primordial dentro da filosofia *lean*, de forma a garantir uma melhor organização do espaço e ferramentas da secção. Para além disso, com suporte das demais ferramentas e metodologias, foi analisado a área administrativa, a gestão de peças consideradas mais críticas para a manutenção, o ajustamento da configuração do espaço da secção e alguns projetos complementares que economizam tempo no processo de manutenção.



## CAPÍTULO 7: CONCLUSÃO

É um facto que as metodologias como o *lean*, se têm vindo a tornar cada vez mais importantes a cada dia no sector empresarial. Estas metodologias, que fornecem um grau mais elevado de organização, de ordem e de estrutura, permitem a uma organização reestruturar os seus processos e atingir um grau de eficiência mais elevado, que proporcionará o cumprimento cabal da missão.

De facto, este trabalho demonstra como uma metodologia como *lean* pode ser aplicada no sentido de melhorar os processos da BA5, onde se verificou que os processos eram demorados e com margem para melhorar a eficiência. Assim, depois de um moroso processo de implementação no qual foi necessário especificar várias vezes aos utilizadores do espaço o valor que o *lean* poderia trazer à secção, conseguiu-se aplicar esta metodologia em processos simples e melhorar consideravelmente o dia a dia dos utilizadores do espaço na organização. Ainda assim, e apesar dos resultados positivos, estes são puramente qualitativos e não definitivos, são preliminares e dependem inteiramente da habituação dos utilizadores do espaço à nova realidade pelo que se pensa que poderão melhorar, indo ao encontro da verdadeira prática da filosofia *lean* que deve estar presente na mente de qualquer um. No entanto, pretende-se, como trabalho futuro garantir a criação de um método de medição a fim de perceber o impacto que a aplicação do *lean* e das propostas aqui descritas teve na melhoria efetiva e na eficiência dos processos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, P. S. (2014). *Manutenção Mecânica Industrial-Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada* (Saraiva & Érica (Eds.)).
- Bocchi, N., Ferracin, L. C., & Biaggio, S. R. (2000). Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. *Quim. Nova Esc.*, 11, 3–9.
- Comissão Europeia. (2017). Regulamento (UE) 2017/1505 da Comissão de 28 de agosto de 2017 que altera os anexos I, II e III do Regulamento (CE) n.º 1221/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à participação voluntária de organizações num sistema comunitário de ecogestão e. *Jornal Oficial Da União Europeia*, 2. [https://www.igfse.pt/upload/docs/2014/Decisao472\\_2014AnoEuropeuparaoDesenvolvimento2015.pdf](https://www.igfse.pt/upload/docs/2014/Decisao472_2014AnoEuropeuparaoDesenvolvimento2015.pdf)
- CTL. (2008). *cltservices*. A Criação de Valor Através Da Eliminação Do Desperdício. <https://www.cltservices.net/>
- Department of Defense. (2021). *Types of Defense Standardization Program (DSP) Documents*. <https://www.dsp.dla.mil/Specs-Standards/Types-of-DSP-Documents/>
- Drifte, R., & Green, M. J. (1996). Arming Japan: Defense Production, Alliance Politics, and the Postwar Search for Autonomy. *Journal of Japanese Studies*, 22(2), 464. <https://doi.org/10.2307/132993>
- EMFA. (2020). *Base Aérea N.º 5*. <https://www.emfa.pt/unidade-18-base-aerea-n-5>
- EMFA. (2021). *BA5 (página web interna)*. Portal Interno Da Base Aérea N.º5. [www.emfa.pt](http://www.emfa.pt)
- Despacho n.º 11187/2014, de 4 setembro, Diário da República n.º 170/2014 22972 (2014). Diário da República n.º 170/2014, Série II de 2014-09-04
- Estado-Maior da Força Aérea. (2021). *2020 em números*. EMFA. <https://www.emfa.pt/>
- European Committee for Standardization. (2010). *Maintenance terminology*. [http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Documentos de acesso remoto/EN-13306\\_2010.pdf](http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Documentos de acesso remoto/EN-13306_2010.pdf)
- FM2S. (2021, January 12). *Gráfico de Tendência: o que é como elaborar um gráfico de tendência*. <https://www.fm2s.com.br/grafico-de-tendencia/>
- Fraga, L. F. (Coronel). (2001). *Súmula História da Aviação e da Força Aérea - 04 - Revista Militar - Repositório*.
- François, M. (1996). *La fonction maintenance: formation à la gestion de la maintenance industrielle*. Masson, Paris.
- Jesus, C., & Teixeira, I. (2010). A fábrica dos caças. *Focus*, 88–89.
- Kaizen Institute. (2020). *O que é KAIZEN*. <https://br.kaizen.com/o-que-e-kaizen.html>
- Loze, L. (2020). *The hidden value - lean in manufacturing*. 01 de maio de 2020. [www.coursera.com](http://www.coursera.com)
- Lucas, W. (1998). Effects of E-Mail on the Organization. *European Management Journal*, 16(1), 18–30. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(97\)00070-4](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(97)00070-4)
- Maisonnier, D. (2018). RAMI: The main challenge of fusion nuclear technologies.

- Fusion Engineering and Design*, 136, 1202–1208.  
<https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2018.04.102>
- Marques, A. M. T. (2009). *50 Anos da Base Aérea N.º 5 Monte Real* (Punkte Art (Ed.)).
- Decreto-Lei n.º 90/2015, Diário da República n.º 104/2015, Série I de 2015-05-29 3198 (2015). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/90/2015/p/cons/20180302/pt/html>
- megapixl*. (2021). <https://www.megapixl.com/5s-methodology-kaizen-management-from-japan-illustration-55295995>
- Ministério da Defesa Nacional. (2013). Defesa 2020. *Defesa 2020*, 7(2), 1–16.  
<https://www.emgfa.pt/documents/c8nfp6r4tqj2.pdf>
- Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de janeiro, Diário da República n.º 20/2008, Série I de 2008-01-29, 18/2008 753 (2008). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/18/2008/01/29/p/dre/pt/html>
- Portaria n.º 1456-A/95, Pub. L. No. Diário da República n.º 284/1995, 1º Suplemento, Série I-B de 1995-12-11, Diário da República n.º 284/1995, 1º Suplemento, Série I-B de 1995-12-11, 1456-A/95 7734 (1995). <https://data.dre.pt/eli/port/1456-a/1995/12/11/p/dre/pt/html>
- Portaria 702/80 de 22 de setembro, Diário da República n.º 219/1980, Série I de 1980-09-22 2849 (1980). <https://dre.pt/pesquisa/-/search/460474/details/maximized?sort=whenSearchable>
- Monchy, F. (1989). *A função manutenção* (Ebras/durban (Ed.)).
- Moraes, V. (2020). *Kaizen*. Gpportal.  
[http://www.gpportal.com.br/2010/07/kaizen\\_28.html](http://www.gpportal.com.br/2010/07/kaizen_28.html)
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean* (Lidel (Ed.); 6.ª). [www.lidel.pt](http://www.lidel.pt)
- Quaresma, R. F. C., Silva, S. P. R. da, & Marreiros, C. G. (2013). E-Mail Usage Practices In Organizational Context: A Study With Portuguese Workers. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 10(1), 5–20.  
<https://doi.org/10.4301/s1807-17752013000100001>
- Decreto-lei n.º 187/2014, Pub. L. No. 250, Diário da República n.º 250/2014, Série I de 2014-12-29 6413 (2014). <https://data.dre.pt/eli/diario/1/250/2014/0/pt/html>
- Rouco, C., & Sarmiento, M. (2012). Modelo de Gestão de Desenvolvimento de Competências de Liderança e Contexto Militar. *Proelium VII*.
- SEEPiX. (2018). *KPI: medição de resultados*. <https://www.seepix.com.br/kpis-mensuracao-de-resultados-em-comunicacao-interna/>
- Silva, J. M. da. (1996). *O Ambiente da qualidade na prática - 5S* (Fundação Christiano Ottoni (Ed.)).
- Trojan, F., Marçal, R. F. M., & Baran, L. R. (2013). Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério elecre tri. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 15.  
<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0338.pdf>
- Vanti, N. (1999). Ambiente de qualidade em uma biblioteca universitária: aplicação do 5S e de um estilo participativo de administração. *Ciência Da Informação*, 28(3), 333–339. <https://doi.org/10.1590/s0100-19651999000300011>
- Vicente, J. P. N. (2019). Três décadas de participação da Força Aérea Portuguesa em Operações da NATO. *Revista Militar*, 2609/2610(6/7), 795–831.

<https://www.revistamilitar.pt/artigopdf/1447>

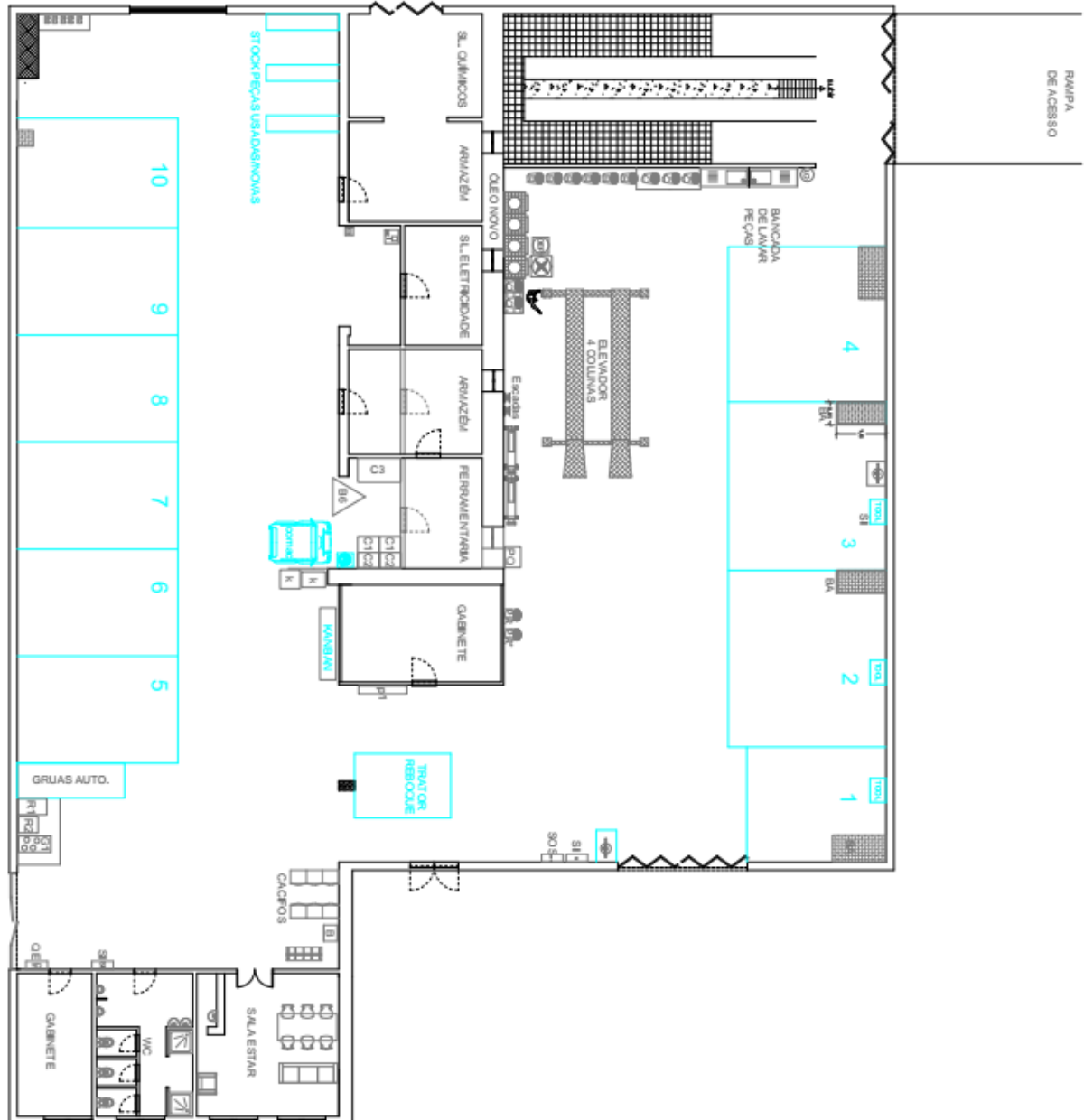
Werther. (2008). *Manual elevador 442LP* (pp. 1–32). Werther International.  
<https://www.manualslib.com/manual/1814604/Werther-International-442-Lp.html#manual>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking, 1st ed.* (Taylor & Francis (Ed.); ilustrada,).



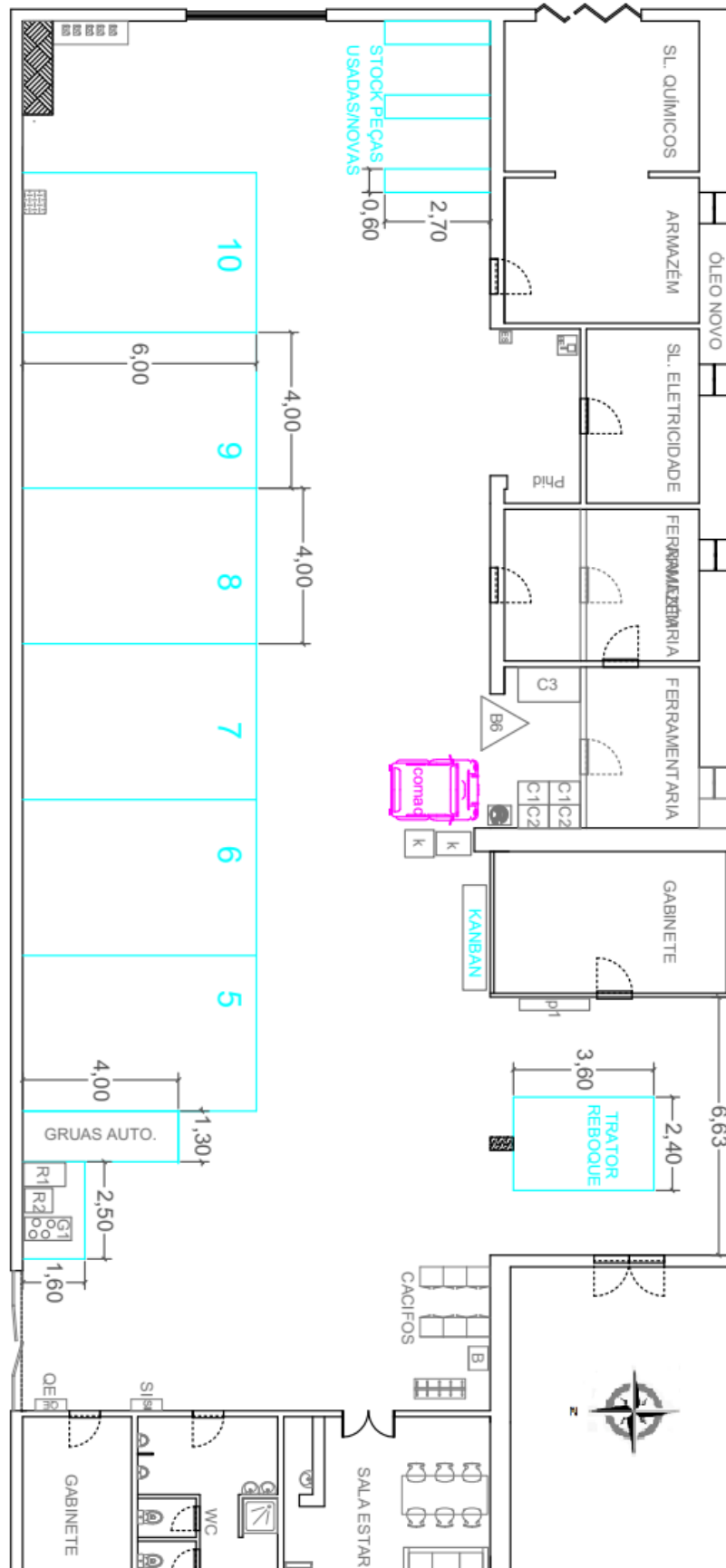
## ANEXOS

### Anexo 1: Layout atual

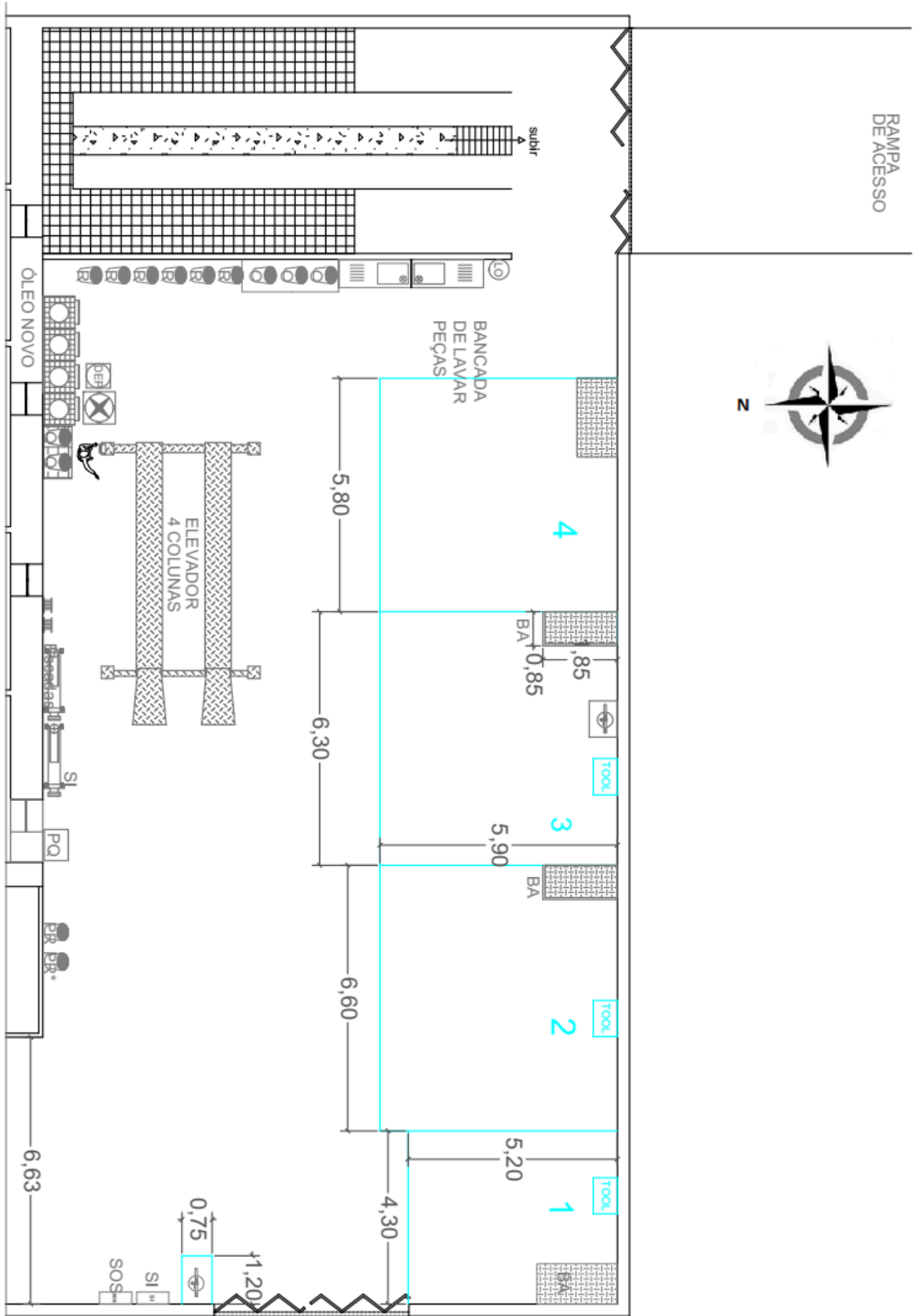




Anexo 2: Pré-lean: Dimensões das marcações no chão – hangar norte



**Anexo 3: Pré-lean: Dimensões das marcações no chão – hangar sul**



#### Anexo 4: Legenda da planta do edifício da SEA.

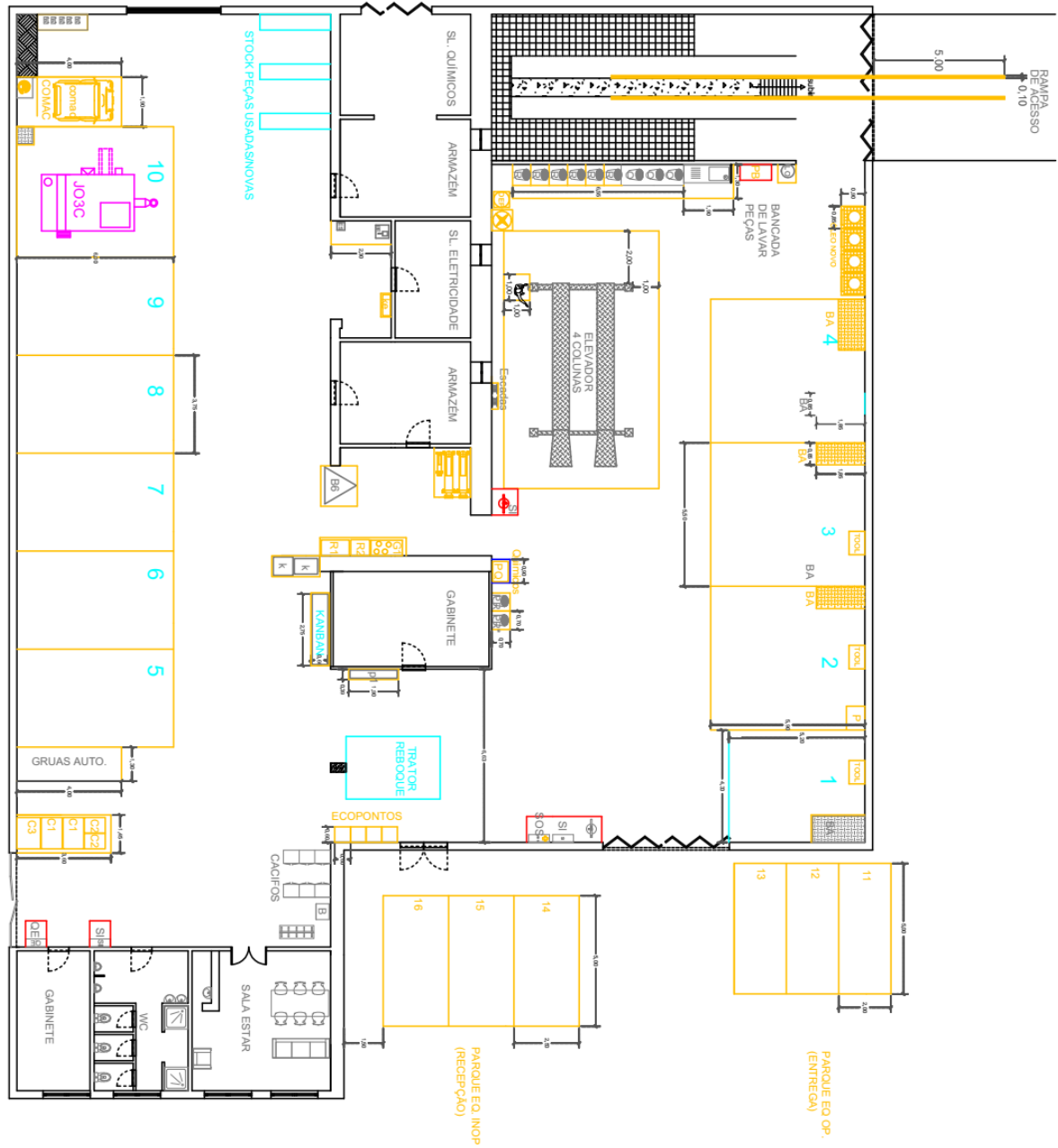
Legenda da planta	
<b>B</b>	Bastidor de comunicações
<b>B6</b>	Macaco hidráulico - modelo B6
<b>BE</b>	Berbequim fixo
<b>C1</b>	Contentor de mobilidade 120x80 mm
<b>C2</b>	Contentor de mobilidade 80x60 mm
<b>C3</b>	Contentor de mobilidade 160x90 mm
<b>DEP</b>	Depósito de Resíduos sobranes
<b>ES</b>	Esmeril
<b>JO3C</b>	AC de modelo JO3C
<b>Ke</b>	<i>Kanban</i> de material elétrico
<b>K</b>	<i>Kanban</i> (prateleira de material)
<b>LO</b>	Lava olhos
<b>O</b>	Depósito de Óleos usados
<b>ON</b>	Carros de bidão Óleo novo
<b>P</b>	Prateleira de arrumo temporário de peças durante uma ação de manutenção
<b>p1</b>	Prateleira de receção de material substituível
<b>PB</b>	Prateleira das Bacias de retenção
<b>PQ</b>	Prateleira de Químicos mais utilizados
<b>PR</b>	Contentor de panos absorventes recicláveis
<b>Q</b>	Recipientes de químicos
<b>QE</b>	Quadro Elétrico
<b>R</b>	Depósito de material contaminado com resíduos perigosos
<b>SI</b>	Sistema de incêndios
<b>Tool</b>	Caixa de ferramentas móvel
<b>WC</b>	Casa de banho
<b>BA</b>	Bancada de trabalho
<b>R1</b>	Reciclador de gás 72x61 mm
<b>R2</b>	Reciclador de gás 72x62 mm
<b>G1</b>	Garrafas de gás fluorado





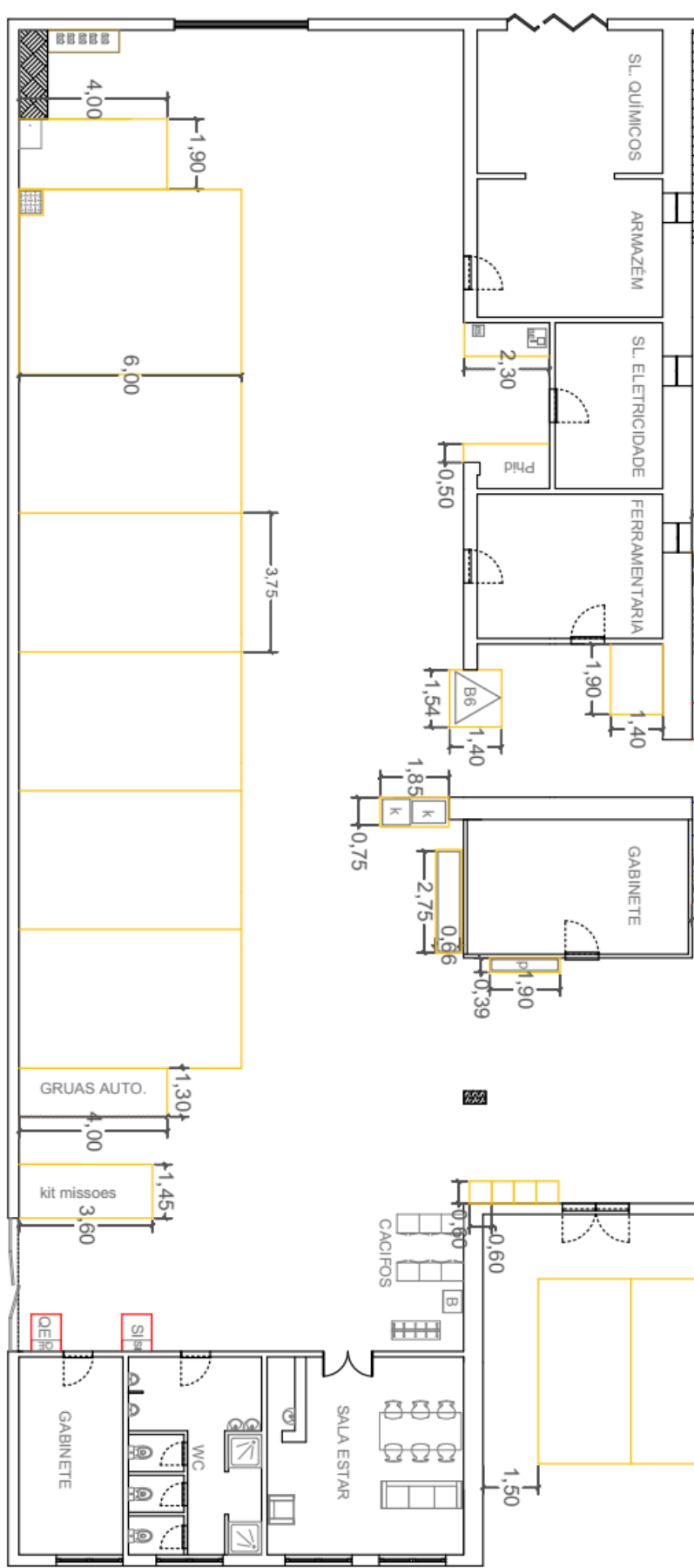


### Anexo 6: Novo Layout do edifício da SEA





**Anexo 7: Pós-lean: Dimensões das marcações no chão – hangar norte**





**Anexo 8: Pós-lean: Dimensões das marcações no chão – hangar sul**

