



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

# **Estudo de viabilidade para a implementação de um hangar de manutenção aeronáutica**

**Marcos Guilherme Martins Moreira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Aeronáutica**

(Ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde

Co-orientador: Engenheiro André Gonçalo Abrantes de Menezes Garcia

**Covilhã, outubro de 2016**



# Agradecimentos

Esta dissertação foi desenvolvida sob orientação do Professor Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde, a ele agradeço todo o apoio. Pude contar também com o apoio de todos os trabalhadores do Grupo 7Air, agradeço de forma especial ao Eng.º André Garcia, diretor de manutenção e engenharia da empresa, que incansavelmente me apoiou e forneceu *know-how* ao longo da realização deste trabalho de investigação. Agradeço aos meus amigos e família por todo o seu apoio.



# Resumo

Impulsionada pelo crescimento do setor aeronáutico, a manutenção de aeronaves tornou-se uma atividade de negócio bastante competitiva, não só devido ao elevado número de soluções de mercado existentes mas também porque as empresas MRO têm de regenerar constantemente os serviços que oferecem de modo a satisfazer as necessidades do cliente.

Estas empresas devem assegurar que a manutenção das aeronaves é realizada em instalações adequadas, tais como uma placa, um hangar ou uma *backshop*, para todo o tipo de atividades previstas, sejam elas, manutenção de linha, de base ou de componentes.

Esta dissertação apresenta um estudo de viabilidade para a implementação de um hangar de manutenção aeronáutica. Inicialmente foram apontados os âmbitos de negócio atuais da empresa e realizada uma pesquisa com o objetivo de selecionar as melhores soluções de mercado para cada área estudada.

De seguida, foram definidos conceptualmente as várias áreas funcionais e *backshops* fazendo cumprir os requisitos apresentados pela empresa e a legislação vigente. Uma hipótese de solução é apresentada com recurso a ilustrações 3D, onde estão já discriminadas as diferentes zonas de manutenção dos mais variados componentes, fornecendo assim uma visão espacial das diferentes áreas de trabalho. Desta forma conseguiu-se estabelecer um conjunto de soluções que cumprem os objetivos desta dissertação.

## Palavras-chave

Hangar, *Bakcshop*, *Layout*, Manutenção.



# Abstract

Driven by the growing aviation industry, aircraft maintenance has become a very competitive business sector, not only due to the high number of existing solutions but also because MRO companies have to constantly regenerate their services in order to please customer needs.

These companies should ensure that the aircraft maintenance is performed in appropriate facilities, such as an airport apron, a hangar or a *backshop*, for all kinds of planned activities, either, line, base or component maintenance.

This dissertation presents a feasibility study for the implementation of an aircraft maintenance hangar. Initially it were presented the current business areas of the company and conducted a survey with the purpose of selecting the best market solutions for each case study.

Subsequently, the working/office areas and backshops were defined taking into account company requirements and the current legislation. One solution hypothesis is presented for each *backshop* with 3D illustrations features, where each maintenance area is already defined, providing a spatial view of each and every different working stations. This allowed to establish a set of solutions meeting the objectives of this dissertation.

## Keywords

Hangar, *Backshop*, *Layout*, Maintenance.



# Índice

1.	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento .....	1
1.2	Fabricação.....	1
1.3	Manutenção .....	2
1.4	Hangar.....	4
1.5	Objetivo da Dissertação .....	5
1.6	Limites do Estudo.....	5
1.7	Estrutura da Dissertação .....	5
2.	Descrição da Empresa .....	7
2.1	Estrutura global .....	7
2.2	Leávia .....	8
2.3	Aerotécnica .....	9
2.4	Aero VIP.....	10
2.5	Sofinare .....	11
2.6	Cenfortec.....	12
3.	Instalações Atuais.....	13
4.	Estado da Arte.....	15
4.1	Planeamento de instalações relativas à aviação geral .....	15
4.1.1	Hangar de Estacionamento .....	17
4.1.2	Hangar de Manutenção .....	17
4.1.3	Hangar de Pintura .....	17
4.1.4	Hangar Corporativo .....	17
4.2	Estrutura do hangar .....	18
4.2.1	Hangar com estrutura simples .....	19
4.2.2	Hangar com estrutura em treliça .....	19
4.3	Portões .....	20
4.3.1	Portões deslizantes.....	20
4.3.2	Portões hidráulicos .....	21
4.3.3	Portões bipartidos .....	21
4.3.4	Portões verticais dobráveis em lona .....	22
4.4	Pavimento .....	23
4.4.1	Pavimentos Rígidos.....	23
4.4.2	Pavimentos Flexíveis.....	24
4.5	<i>Backshops</i> .....	25
5.	Legislação .....	27
6.	Exigências ao nível das instalações .....	29
7.	Planificação .....	31
7.1	Localização.....	31
7.2	<i>Layout</i> .....	32
8.	Secções .....	35
8.1	Armazém .....	35

8.1.1	Requisitos .....	35
8.1.2	Legislação.....	35
8.1.3	Hipótese de Solução .....	36
<b>8.2</b>	<b>Baterias .....</b>	<b>38</b>
8.2.1	Requisitos .....	39
8.2.2	Legislação.....	39
8.2.3	Hipótese de Solução .....	40
<b>8.3</b>	<b>Sistemas Elétricos .....</b>	<b>40</b>
8.3.1	Requisitos .....	41
8.3.2	Legislação.....	41
8.3.3	Hipótese de solução.....	42
<b>8.4</b>	<b>Ensaio Não Destrutivo .....</b>	<b>42</b>
8.4.1	Requisitos .....	43
8.4.2	Legislação.....	44
8.4.3	Hipótese de Solução .....	46
<b>8.5</b>	<b>Estruturas .....</b>	<b>46</b>
8.5.1	Requisitos .....	47
8.5.2	Legislação.....	47
8.5.3	Hipótese de Solução .....	48
<b>8.6</b>	<b>Maquinação .....</b>	<b>48</b>
8.6.1	Requisitos .....	49
8.6.2	Legislação.....	49
8.6.3	Hipótese de Solução .....	49
<b>8.7</b>	<b>Motores .....</b>	<b>50</b>
8.7.1	Requisitos .....	50
8.7.2	Legislação.....	50
8.7.3	Hipótese de Solução .....	51
<b>8.8</b>	<b>Óleos .....</b>	<b>52</b>
8.8.1	Requisitos .....	52
8.8.2	Legislação.....	53
8.8.3	Hipótese de Solução .....	54
<b>8.9</b>	<b>Pintura .....</b>	<b>54</b>
8.9.1	Requisitos .....	54
8.9.2	Legislação.....	55
8.9.3	Hipótese de Solução .....	55
<b>8.10</b>	<b>Resíduos .....</b>	<b>56</b>
8.10.1	Requisitos .....	56
8.10.2	Legislação.....	56
8.10.3	Hipótese de Solução .....	57
<b>8.11</b>	<b>Serralharia .....</b>	<b>58</b>
8.11.1	Requisitos .....	58
8.11.2	Legislação.....	58
8.11.3	Hipótese de Solução .....	59
<b>8.12</b>	<b>Sofinare .....</b>	<b>59</b>
8.12.1	Requisitos .....	60
8.12.2	Legislação.....	60
8.12.3	Hipótese de Solução .....	61
<b>8.13</b>	<b>Tratamentos Químicos .....</b>	<b>62</b>
8.13.1	Requisitos .....	63
8.13.2	Legislação.....	63
8.13.3	Hipótese de Solução .....	63
<b>8.14</b>	<b>Jantes, Travões e Pneus .....</b>	<b>64</b>
8.14.1	Requisitos .....	64

8.14.2	Legislação .....	64
8.14.3	Hipótese de Solução .....	65
<b>8.15</b>	<b>Limpeza dos Componentes .....</b>	<b>65</b>
8.15.1	Legislação .....	65
8.15.2	Requisitos .....	66
8.15.3	Hipótese de Solução .....	66
<b>9.</b>	<b>Pavimento .....</b>	<b>67</b>
9.1	Placa .....	67
9.2	Pavimento do Hangar .....	68
<b>10.</b>	<b>Portão .....</b>	<b>71</b>
<b>11.</b>	<b>Pórticos .....</b>	<b>73</b>
<b>12.</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>75</b>
<b>13.</b>	<b>Trabalhos Futuros .....</b>	<b>77</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>79</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>81</b>
A.	Especificações .....	83
B.	Folhas Técnicas .....	107
C.	Proposta do gabinete de arquitetura (anterior ao estudo).....	119



# Índice de Figuras

Figura 2.1 Organização do Grupo 7Alr .....	7
Figura 3.1 Hangar 6 e 7 .....	13
Figura 4.1 Hangar convencional (caixa) .....	16
Figura 4.2 Hangar em T .....	16
Figura 4.3 Diferentes tipos de estruturas para hangares .....	18
Figura 4.4 Hangar com estrutura simples em aço .....	19
Figura 4.5 Hangar com estrutura em treliça .....	19
Figura 4.6 Exemplo de portão deslizante unidirecional.....	20
Figura 4.7 Exemplo de portão deslizante bipartido .....	20
Figura 4.8 Portões hidráulicos .....	21
Figura 4.9 Portões bipartidos .....	21
Figura 4.10 Portões verticais dobráveis em lona .....	22
Figura 4.11 Estrutura de um pavimento rígido .....	24
Figura 4.12 Estrutura de um pavimento flexível .....	25
Figura 4.13 Desenho de construção de um laboratório de Ensaios Não Destrutivos .....	26
Figura 7.1 Localização do Hangar e da Placa .....	31
Figura 7.2 Planificação Piso 0 .....	32
Figura 7.3 Planificação Piso 1 .....	33
Figura 8.1 Kardex Remstar Carrossel Horizontal .....	36
Figura 8.2 Ilustração 3D da Área de Gestão do Armazém .....	38
Figura 8.3 Cave.....	38
Figura 8.4 Ilustração 3D da Secção das Baterias .....	40
Figura 8.5 Ilustração 3D da Secção Elétrica.....	42
Figura 8.6 Ilustração 3D da Secção Ensaios Não Destrutivos .....	46
Figura 8.7 Ilustração 3D da Secção das Estruturas .....	48
Figura 8.8 Ilustração 3D da Secção da Maquinação .....	49
Figura 8.9 Ilustração 3D da Secção dos Motores.....	51
Figura 8.10 Ilustração 3D Secção Armazenamento de Óleos e Lubrificantes.....	54
Figura 8.11 Secção de Pintura .....	55
Figura 8.12 Ilustração 3D da Secção dos Resíduos .....	57
Figura 8.13 Ilustração 3D da Serralharia.....	59
Figura 8.14 Ilustração 3D da Sofinare .....	61
Figura 8.15 Ilustração 3D da Secção dos Tratamentos Químicos .....	63
Figura 8.16 Ilustração 3D Secção Jantes, Travões e Pneus .....	65
Figura 8.17 Ilustração 3D da Secção de Limpeza de Componentes .....	66
Figura 9.1 ACO Monoblock.....	67
Figura 9.2 Hangar da Força Aérea Portuguesa na OTA .....	69

Figura 10.1 Megadoor VL 3190 em Hangar da Bombardier .....	71
Figura 10.2 Megadoor VL3190 .....	72
Figura 11.1 Semi-pórtico Demag EHPE .....	73
Figura 11.2 Semi-Pórtico Demag .....	74
Figura A.1 Planta Armazém-Área de Gestão .....	84
Figura A.2 Planta Armazém - Cave .....	84
Figura A.3 Planta Secção das Baterias .....	85
Figura A.4 Planta Secção Elétrica .....	86
Figura A.5 Planta Ensaios Não Destrutivos .....	87
Figura A.6 Planta Estruturas .....	89
Figura A.7 Planta Limpeza de Componentes .....	90
Figura A.8 Planta Maquinação .....	92
Figura A.9 Planta Secção dos Motores .....	94
Figura A.10 Planta dos Óleos e lubrificantes .....	95
Figura A.11 Planta Pintura .....	96
Figura A.12 Planta Secção dos Resíduos .....	97
Figura A.13 Planta da Serralharia .....	99
Figura A.14 Planta Sofinare .....	101
Figura A.15 Secção dos Tratamentos Químicos .....	103
Figura A.16 Secção Travões, Jantes e Pneus .....	104
Figura B.1 Especificações Kardex Remstar Carrossel Horizontal .....	107
Figura B.2 Planificação Kardex Remstar Carrossel Horizontal .....	108
Figura B.3 Planificação Kardex Remstar Carrossel Horizontal .....	109
Figura B.4 OmniScan SX .....	110
Figura B.5 Aerocheck+ .....	111
Figura B.6 Especificações Aerocheck+ .....	111
Figura B.7 Orçamento do equipamento AeroCheck e Aerocheck+ .....	112
Figura B.8 Especificações AD-2045 .....	113
Figura B.9 Ficha Técnica PU PRO UV .....	115
Figura B.10 Ficha Técnica EP COLOR .....	116
Figura C.1 Projeto de Arquitetura (Vista da Entrada) .....	119
Figura C.2 Projeto de Arquitetura (Vista do Portão) .....	119
Figura C.3 Projeto de Arquitetura (Vista do Interior) .....	120

# Índice de tabelas

Tabela 2.1 Anexo ao certificado ATO número PT.ATO.009.03.....	8
Tabela 2.2 Âmbito de Aprovação .....	9
Tabela 2.3 Lista de Aeronaves cuja aeronavegabilidade é gerida pela Aero Vip.....	10
Tabela 2.4 Plano de Certificação da Cenfortec .....	12
Tabela 11.1 Ficha técnica Demag EHPE .....	73
Tabela A.1 Armazém .....	83
Tabela A.2 Baterias.....	85
Tabela A.3 Secção Elétrica.....	86
Tabela A.4 Ensaio Não Destrutivos .....	87
Tabela A.5 Estruturas .....	88
Tabela A.6 Limpeza de Componentes .....	90
Tabela A.7 Maquinação .....	91
Tabela A.8 Motores .....	93
Tabela A.9 Óleos .....	95
Tabela A.10 Pintura .....	96
Tabela A.11 Resíduos.....	97
Tabela A.12 Serralharia.....	98
Tabela A.13 Sofinare .....	100
Tabela A.14 Tratamentos Químicos .....	102
Tabela A.15 Travões, Jantes e Pneus .....	103
Tabela A.16 Formação de Técnicos.....	105
Tabela A.17 Material Não Aeronáutico.....	105
Tabela A.18 Gabinetes Jurídicos .....	106
Tabela B.1 Water-washable Fluorescent Penetrants - ZYGLO .....	114
Tabela B.2 Post-emulsifiable Fluorescent Penetrants - ZYGLO.....	114
Tabela B.3 Water-washable Fluorescent Penetrants - AUTOGLO .....	114
Tabela B.4 Removers and Emulsifiers .....	114
Tabela B.5 Developers .....	114
Tabela B.6 Especificações Megadoor VL3190 .....	117



# Siglas e Acrónimos

ACN	Aircraft Classification Number
AMC	Meios de conformidade aceitáveis
ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil
APU	Auxiliary Power Unit
ATO	Approved Training Organisations
CANEND	Comité Aeroespacial Nacional de Ensaios Não Destrutivos
CNC	Controlo Numérico Computorizado
DOA	Desing Organisation Approval
EASA	European Aviation Safety Agency
ESD	Electrostatic Discharge
EU	European Union
FCL	Flight Crew Licensing
FSTD	Flight Simulation Training Devices
GAMA	General Aviation Manufacturers Association
GSE	Ground Support Equipment
ISO	International Organization for Standardization
MRE	Manual de Reparação Estrutural
MRO	Maintenance Repair and Overhaul
NANDTB	National Aerospace Non Destructive Testing Board
NDT	Non Destructive Testing
ORA	Organisation Requirements for Aircrew
PCN	Pavement Classification Number
SIRER	Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos



# Definições

**Aeronave** - Qualquer máquina cuja sustentação na atmosfera se deve às reações do ar, que não as reações do ar contra a superfície terrestre; (Comissão Europeia, 2014, p. 2)

**Aeronavegabilidade continuada** - Todos os processos que asseguram que, a qualquer momento na sua vida operacional, a aeronave cumpre os requisitos de aeronavegabilidade vigentes e se encontra em condições que permitam a segurança do funcionamento; (Comissão Europeia, 2014, p. 2)

**Componente** - Qualquer motor, hélice, peça ou equipamento; (Comissão Europeia, 2014)

**Entidade** - Pessoa singular, pessoa coletiva ou parte de uma pessoa coletiva. Essa entidade pode estar estabelecida em mais de um local dentro ou fora do território dos Estados-Membros; (Comissão Europeia, 2014, p. 3)

**Manutenção** - Qualquer revisão, reparação, inspeção, substituição, modificação ou retificação de avarias, bem como qualquer combinação destas operações, executada numa aeronave ou num componente da aeronave, à exceção da inspeção pré-voo; (Comissão Europeia, 2014, p. 3)

**Meios de conformidade aceitáveis (AMC)** - Normas não vinculativas adotadas pela Agência para ilustrar os meios que estabelecem a conformidade com o Regulamento (CE) nº 216/2008 e respetivas regras de execução. (Comissão Europeia, 2014, p. 7)



# 1. Introdução

Neste capítulo é feito um enquadramento da presente dissertação na conjuntura atual da indústria, uma descrição dos processos de fabricação e manutenção aeronáutica e por fim são estabelecidos os objetivos e limites da dissertação.

## 1.1 Enquadramento

A indústria aeronáutica tem apresentado ao longo dos últimos anos resultados que evidenciam um franco crescimento do setor. Com base no relatório anual de 2016 da IATA, Organização Internacional de Transportes Aéreos, um dos focos desse crescimento situa-se na Ásia. Em 2015, das 10 localizações com maior crescimento doméstico de transporte de passageiros 7 encontram-se nesta região. A China ocupa o primeiro lugar com um crescimento anual de 10,6%, o que representa um total de aproximadamente 36 milhões de passageiros transportados a mais do que em 2014.

O mercado doméstico número um de passageiros, os Estados Unidos da América, teve um modesto crescimento de 1,7%, o que representa um total de 8 milhões de passageiros transportados a mais do que em 2014. Em termos económicos estes resultados refletem-se em \$35,3 mil milhões de dólares de lucro para as companhias aéreas, 2015 foi o ano em que os seus lucros atingiram um máximo histórico, mais do dobro dos \$16,4 mil milhões de 2014. (International Air Transport Association, 2016, p. 13)

De acordo com o último anuário publicado pela ANAC, Autoridade Nacional da Aviação Civil, referente ao ano de 2014, o setor da aviação civil em Portugal acompanhou a evolução da economia nacional, tendo crescido apenas 2%. Existiam até à data da publicação 1 218 aeronaves registadas em Portugal, do total deste número, 178 estavam registadas como aeronaves de ensino, 93 registadas como aeronaves de trabalho aéreo e 605 registadas como aeronaves de transporte particular, as restantes aeronaves estavam registadas como aeronaves de estado, aeronaves de transporte aéreo não regular e transporte aéreo regular. (Autoridade Nacional da Aviação Civil, 2014, p. 58)

De acordo com o GAMA, General Aviation Manufacturers Association, o número de aeronaves registadas em Portugal no ano de 2015 ascendeu às 2 314 aeronaves, o que representa um crescimento muito superior ao do ano de 2014. (General Aviation Manufacturers Association, 2015, p. 40)

## 1.2 Fabricação

Entende-se por fabricação aeronáutica o conjunto articulado e organizado de atividades de engenharia, logística, qualidade e produção, que com base nas especificações de projeto,

incluem a manufatura de peças simples, formação de conjuntos e montagem de itens com aplicação aeronáutica (aeronaves, motores ou quaisquer outros).

Após a existência de um motivo para o desenvolvimento de uma nova aeronave é realizado um projeto conceptual cujo objetivo é selecionar um conceito viável e otimizá-lo o máximo possível, depois de escolhido o conceito, o projeto chega a uma fase preliminar onde são feitas inúmeras iterações no processo de seleção de materiais, definição de dimensões, estruturas e funções do projeto, são realizadas simulações em computador e modelos físicos são construídos e testados.

Concluída a fase preliminar, o produto é preparado para a produção entrando assim numa fase de projeto detalhado onde é feita a descrição completa e em detalhe dos processos de fabrico planeados, isto é, desenhos detalhados, listas de materiais e estimativas detalhadas de custos.

Em Portugal o mercado de fabricação é relativamente reduzido, em comparação com outros países, cingindo-se basicamente: à OGMA, em Alverca, na fabricação de estruturas em material metálico e compósito, estruturas de aviónicos com integração de cablagens e peças maquinadas em chapa; à Embraer, em Évora, na fabricação de estruturas de metal e peças em compósito; e à Caetano *Aeronautic*, em Vila Nova de Gaia, na fabricação de peças maquinadas em alumínio e titânio bem como componentes em material compósito. O crescimento do setor é bastante evidente, por exemplo, a construção das fábricas da Embraer significam um investimento global superior a 177 milhões de euros.

### 1.3 Manutenção

Conforme o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia define-se como manutenção *“qualquer revisão, reparação, inspeção, substituição, modificação ou retificação de avarias, bem como qualquer combinação destas operações, executada numa aeronave ou num componente da aeronave, à exceção da inspeção pré-voe”* que, como o nome indica, é realizada antes do voo e tem como objetivo assegurar que a aeronave está apta para efetuar o voo previsto.

Todas as aeronaves estão sujeitas a um programa de manutenção imposto pelas autoridades aeronáuticas locais e internacionais cujo objetivo é essencialmente garantir que se cumprem as instruções de aeronavegabilidade permanente de modo a que a aeronave esteja aeronavegável, isto é, assegurar que a qualquer momento da sua vida operacional, a aeronave cumpre os requisitos de aeronavegabilidade vigentes e se encontre em condições que permitam um funcionamento em segurança.

As licenças de pessoal que realiza ações de manutenção de aeronaves estão divididas em cinco categorias: as categorias A e B1 dividem-se em subcategorias que abrangem combinações de aviões, helicópteros, motores de turbina e motores de pistão, a Categoria B2 diz respeito aos aviónicos, a Categoria B3 diz respeito a aviões não pressurizados com MTOW igual ou inferior a 2 000 Kg equipados com motor de pistão e a Categoria C autoriza os seus

titulares a emitir certificados de aptidão para serviço na sequência de operações de manutenção de base de aeronaves. (Comissão Europeia, 2014, pp. 85-86)

De forma geral, após a realização de ações de manutenção, a aeronave é entregue ao operador numa condição de aeronavegabilidade permanente com todos os sistemas a funcionar na sua capacidade máxima. O proprietário é responsável pela conformidade com os requisitos de aeronavegabilidade permanente, este deve assegurar: que nenhum voo é efetuado sem que a aeronave esteja em condições de aeronavegabilidade, todos os equipamentos operacionais e de emergência da aeronave se encontram corretamente instalados e estão operacionais ou claramente identificados como não operacionais se for caso disso, tem também de assegurar que o certificado de aeronavegabilidade é válido e a manutenção da aeronave é executada em conformidade com o programa de manutenção aprovado pela autoridade designada pelo Estado-Membro de registo, em Portugal trata-se da ANAC.

Se a aeronave for alugada, as responsabilidades do proprietário serão transferidas para o locatário caso este estiver especificado no documento de registo ou, essa transferência de responsabilidade estiver estipulada no contrato de aluguer. (Comissão Europeia, 2014, p. 11) Para se fazer cumprir os programas de manutenção e a legislação em vigor, as organizações que operam aeronaves e realizam atividade de MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul*) devem possuir para cada aeronave a explorar: o manual de gestão e aeronavegabilidade permanente, os programas do operador respeitantes à manutenção da aeronave, a caderneta técnica da aeronave e nos casos aplicáveis as especificações técnicas dos contratos de manutenção celebrados entre o operador e a entidade de manutenção certificada ao abrigo da parte 145.

A manutenção das aeronaves está dividida em duas partes:

- **Manutenção de Linha:** Deve ser entendida como qualquer manutenção levada a cabo antes do voo de forma a assegurar que a aeronave está apta para o voo planeado. A manutenção de linha pode incluir:
  - *TroubleShooting*;
  - Reparação de Avarias;
  - Substituição de um componente com recurso a equipamento de teste externo, se necessário. A substituição do componente pode incluir por exemplo motores ou hélices;
  - Manutenção programada e/ou verificações que incluam inspeções visuais que detetem de forma óbvia condições insatisfatórias mas não exijam uma inspeção extensa. Pode incluir estrutura interna, sistemas e itens do grupo motopropulsor que são visíveis através da rápida abertura de painéis/portas.
  - Pequenas reparações e modificações que não requerem uma desmontagem extensiva e podem ser realizadas através de meios simples. (European Aviation Safety Agency, 2015, p. 6)

- **Manutenção de Base:** Tarefas de manutenção que não se enquadrem nos pontos acima indicados são consideradas manutenção de base, tarefas essas que exijam:
  - Execução de um elevado número de diferentes tarefas, mesmo que quando levadas a cabo individualmente caiam na definição de manutenção de linha, isto é, reparações menores, substituição de componentes, etc;
  - Substituição de um componente principal onde os procedimentos de manutenção expressam claramente a necessidade de um hangar, equipamento de suporte e/ou um plano estruturado de produção e/ou manutenções complexas e demoradas, por exemplo, a substituição de um trem de aterragem, a substituição de dois motores, etc;
  - Qualquer tarefa de manutenção programada que requer uma desmontagem extensiva da aeronave e/ou inspeções extensivas;
  - Grandes reparações e/ou grandes modificações;
  - Troubleshooting e/ou retificação de defeitos que requerem equipamento de suporte especial normalmente utilizado para a manutenção de base.
  - Um evento de manutenção programada que na fase de planeamento foi já identificada como significativa em termos de duração e/ou homem-hora, ou seja, uma aeronave que esteja no solo acima de 72 horas e/ou 4 turnos.
  - Um grupo de trabalho numeroso e complexo com *staff* das mais variadas áreas de trabalho, tal como, aviónicos, estruturas, ensaios não destrutivos, etc;
  - Gestão da manutenção efetuada por técnicos com certificação B1 e B2 e o certificado de aptidão para o serviço emitido por um técnico com certificação C. (European Aviation Safety Agency, 2013, pp. 10-11)

## 1.4 Hangar

Na indústria de manutenção de aeronaves existem três locais de trabalho, os hangares, as placas, e as backshops. Destes três, a placa é o que permite menos controlo em termos de ambiente de trabalho, torna-se impossível controlar fatores tais como luminosidade e ruído incluindo aspetos ambientais. As backshops são as que tem ambiente mais controlado, não só porque se torna fácil fazer controlo num ambiente pequeno, mas porque este é obrigatório, como por exemplo, na manutenção de aviónicos. Os hangares encontram-se num meio-termo entre a placa e as backshops, havendo algum controlo mas não um controlo total do ambiente de trabalho. A dimensão e intenção de uso terão uma grande influência no estilo de hangar que melhor se adequa às necessidades. As instalações devem ser adequadas a todas as atividades previstas, por exemplo, num hangar para armazenamento o fator principal a ter em conta será proteger a aeronave de fatores atmosféricos, num hangar de pintura o fator principal a ter em conta será o tratamento de efluentes resultantes do processo.

## 1.5 Objetivo da Dissertação

Realizar um estudo de viabilidade para a implementação de um hangar de manutenção aeronáutica, para aeronaves que não excedam a massa máxima à decolagem de 5 700 Kg, que satisfaça todas as condições exigidas pelo Grupo 7Air de forma a modernizar as instalações e consequentes condições de trabalho, possibilitando assim uma futura expansão para novas áreas de negócio, de acordo com todos os regulamentos aprovados pela Autoridade Nacional de Aviação Civil.

## 1.6 Limites do Estudo

Dada a complexidade no projeto de um hangar de manutenção aeronáutica esta dissertação foca apenas os pontos considerados essenciais para a empresa, o *layout* do hangar e as especificações das *backshops*. Devido ao elevado número de *backshops* e áreas de trabalho, apenas foram desenvolvidas na totalidade as que apresentam relevo no âmbito aeronáutico.

Para as secções da maquinaria, tratamentos químicos, limpeza de componentes, serralharia e pintura foram apresentados requisitos e legislações gerais.

No estudo não foram abordadas algumas das áreas funcionais do hangar, tais como casas de banho, áreas de descanso e refeitórios, por não se achar relevante para o estudo em questão.

O estudo está limitado à descrição técnica sumária conceptual de cada proposta de solução, não incidindo sobre os custos associados ao respetivo investimento, incluindo detalhes técnicos (potências elétricas, hidráulicas, etc).

## 1.7 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em 11 capítulos cujo âmbito abaixo segue:

- Capítulo 1: inclui um enquadramento da presente dissertação na conjuntura atual da indústria, uma descrição dos processos de fabricação e manutenção aeronáutica e por fim são estabelecidos os objetivos e limites da dissertação.

- Capítulo 2: apresenta o Grupo 7Air e das empresas que o constituem. São apresentados de forma resumida os certificados de aprovação, emitidos pela ANAC, de cada uma das empresas com relevo para o estudo da presente dissertação.

- Capítulo 3: descreve o *layout* dos hangares 6 e 7 do Aeródromo Municipal de Cascais, local onde é realizada maior parte da atividade do Grupo 7Air, de forma a poder haver uma comparação no final do estudo.

- Capítulo 4: aborda o estado da arte, de forma resumida é apresentada uma pesquisa sobre os temas a ser abordados no desenvolvimento da dissertação.

- Capítulo 5: resume a legislação em vigor aplicável no setor aeronáutico com base no Regulamento Europeu N°1321/2014.

- Capítulo 6: identifica nos termos das legislações as exigências ao nível das instalações.

- Capítulo 7: descreve uma proposta de *layout* do hangar.
- Capítulo 8: apresenta um estudo individual das variadas áreas e *backshops*.
- Capítulo 9, 10 e 11: apresentam propostas de solução relativamente ao pavimento, ao portão e à ponte rolante, respetivamente.
  - Anexo A: inclui tabelas sumárias e plantas (elaboradas no SweetHome 3D) com as dimensões gerais de cada secção.
  - Anexo B: apresenta as fichas técnicas dos mais variados produtos e equipamentos utilizados.
  - Anexo C: apresenta uma proposta de solução, anterior ao desenvolvimento da presente dissertação, para o *layout* e estrutura do hangar.

## 2. Descrição da Empresa

### 2.1 Estrutura global

O Grupo 7Air tem o seu início em 1998 com a criação da Leávia, escola de formação pilotos profissionais, e com a compra da Aerotécnica, empresa de manutenção de aeronaves ligeiras. No espaço de um ano, a Leávia foi certificada como a primeira escola em Portugal a formar pilotos de linha aérea, de acordo com a legislação europeia Part-FCL<sup>1</sup>. O crescimento destas empresas ao longo dos anos possibilitou a criação e aquisição de outras empresas do ramo aeronáutico, a saber, a:

- Aero VIP, empresa de serviços aéreos;
- Crucial Sky Technology, empresa de investigação e desenvolvimento, em parceria com a Universidade da Beira Interior;
- Pilot Wings Aviation Store, uma loja física, no aeródromo de Cascais, de venda de artigos aeronáuticos para profissionais e entusiastas;
- VIP Clean, concebida para a limpeza de jatos executivos e aeronaves de recreio;
- Sofinare, empresa certificada para manutenção de componentes, DOA, para projetar a instalação de equipamentos eletrónicos em aeronaves;
- Cenfortec, empresa de formação de técnicos de manutenção de aeronaves.

A estrutura da empresa está representada no seguinte organigrama, com foco na organização da Aerotécnica a título de exemplo.

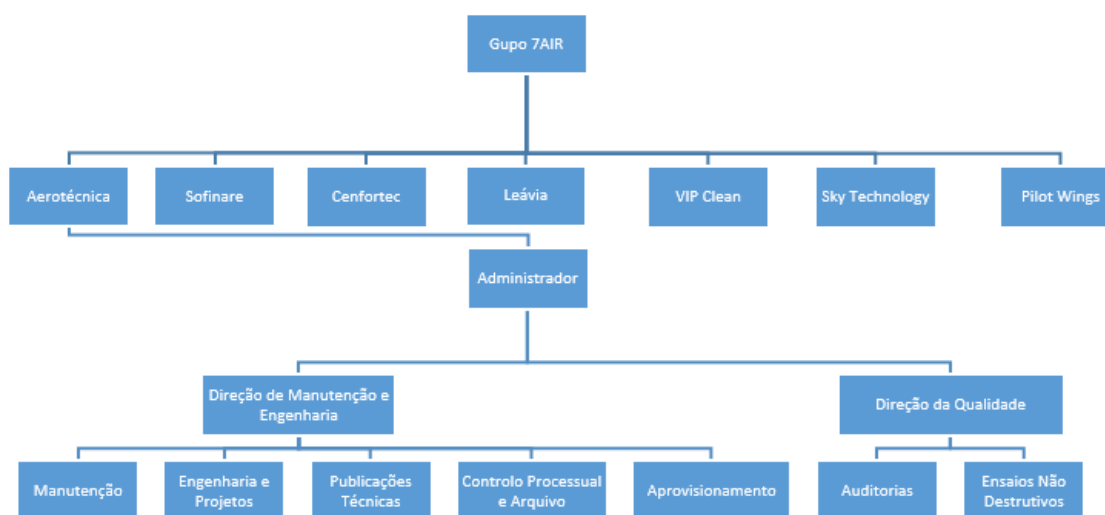


Figura 2.1 Organização do Grupo 7Air

<sup>1</sup> Anexo 1 do Regulamento (EU) N° 1178/2011 da Comissão de 26 de novembro de 2014

## 2.2 Leávia

A Leávia, localizada no Aeródromo Municipal de Cascais, hangar nº7, é uma organização de formação autorizada, certificada pela ANAC nos termos do Regulamento (EU) Nº 1178/2011 da Comissão e de acordo com a Parte ORA, está autorizada a ministrar cursos de formação em conformidade com a Parte FCL, Flight Crew Licencing, incluindo a utilização de FSTD, Flight Simulation Training Devices, conforme previsto na homologação do curso de formação:

Tabela 2.1 Anexo ao certificado ATO número PT.ATO.009.03

<b>Curso de Formação</b>	<b>FSTD utilizado(s), incluindo o código</b>
Airline Transport Pilot (Aeroplanes) - Integrated	PT - 013A, PT - 013B, PT - 013C
Banner Towing Rating (Aeroplanes)	
Class Rating Instrutor Certificate Multi-Engine Piston (Aeroplanes)	
Commercial Pilot Licence (Aeroplanes) - Modular	PT - 013C
Dornier DO 228 Type Rating	
Flight Instructor Certificate (Aeroplanes)	
Flight Instructor Certificate (Aeroplanes) Refresher Seminar	
Hawker Siddeley Jetstream 31/32 Type Rating	
Instrument Rating (Aeroplanes) - Modular	PT - 013C
Instrument Rating Instructor Certificate (Aeroplanes)	PT - 013C
Light Aircraft Pilot Licence (Aeroplanes)	
Multi-Crew Cooperation (Aeroplanes)	PT - 013C
Multi-Crew Cooperation Instructor Certificate (Aeroplanes)	PT - 013C
Night Rating (Aeroplanes)	
Pilatus PC6 SET Class Rating	
Private Pilot License (Aeroplanes)	
Single Engine Piston (Landplanes) Class Rating	
Single-Pilot Multi-Engine Piston (Landplanes) Class Rating	

## 2.3 Aerotécnica

A Aerotécnica, localizada no Aeródromo Municipal de Cascais, hangar 6 e 7, é uma organização certificada pela ANAC para realizar ações de manutenção nos termos da EASA Regulamento (EU) N° 1321/2014 - parte 145. Esta certificação permite assim que se faça manutenção aeronáutica em aeronaves de categoria A1 (Aviões superiores a 5700 Kg) e A2 (Aviões de 5700 Kg, ou inferior), permite também que seja feita inspeção e manutenção a motores das companhias Teledyne Continental Motors e Textron Continental. Complementarmente são feitas reparações estruturais, pintura, ensaios não destrutivos, inspeções e manutenção de magnetos e carburadores.

De acordo com o Regulamento Europeu 216/2008 e o Regulamento (EU) N° 1321/2014 atualmente em vigor, a ANAC certifica que a Aerotécnica está aprovada, como Organização de Manutenção em cumprimento com a Secção A do Anexo 2 (Parte 145), para proceder à manutenção dos produtos, componentes e peças constantes na seguinte tabela:

Tabela 2.2 Âmbito de Aprovação

Classe	Categoria	Limitação	Base	Linha
Aeronaves	A1 Aviões superiores a 5700 Kg	Shorts SD3-60 (PWC PT6)	Sim	Sim
		Dornier 228-200 (Honeywell TPE331)	Sim	Sim
		Jetsstream 31/32 (Honeywell TPE 331)		Sim
	A2 Aviões de 5700 Kg, ou inferior	Beech A24 Series (Lycoming)	Sim	Sim
		Beech 76 (Lycoming)	Sim	Sim
		Cessna 150/F150 Series (Continental)	Sim	Sim
		Cessna/Reims Cessna 152/F152 Series (Lycoming)	Sim	Sim
		Cessna/Reims Cessna 172/F172 (Continental)	Sim	Sim
		Cessna/Reims Cessna 182/F182 Series (Lycoming/Continental)	Sim	Sim
		Cessna 210 Series (Continental)	Sim	Sim
		Cessna 310 Series (Continental)	Sim	Sim
		Beech A23 Series (Lycoming)	Sim	Sim
		SOCATA Rallye Series (Lycoming/Continental)	Sim	Sim
		SOCATA TB Series (Lycoming)	Sim	Sim
		Cessna 402, 414 e 421 (Continental)	Sim	Sim
		Cessna 180 e 185 Series (Continental)	Sim	Sim
		Diamond DA42 (Thielert)	Sim	Sim
		Mooney M20 Series (Lycoming)	Sim	Sim
		Piper PA-23 Aztec (Lycoming)	Sim	Sim
		Piper PA-28 Series (Lycoming/Continental)	Sim	Sim
		Piper PA-31, 32, 34 e 36 Series (Lycoming)	Sim	Sim
		Cessna Model 100 (1953-1962) e 100 Series (1963-1968)	Sim	Sim
		Pitts S-2 Series (Lycoming)	Sim	Sim
		Commander 112 e 114 (Lycoming)	Sim	Sim
		Tecnam P2006T (Rotax)	Sim	Sim
		PAC 750XL (PWC PT6)	Sim	Sim
		Cessna 206 (Continental)	Sim	Sim
Britten-Norman BN2A Series (Lycoming)	Sim	Sim		

	<b>A3 Helicópteros</b>	Schweizer 269 Series (Lycoming)	Sim	Sim
<b>Motores</b>	<b>B2 Pistão</b>	Continental 75, 85,90, 125, L45, 200, 300, 360, 47Q e 520 Series Lycoming 235, 290, 32Q, 340, 360, 540, 541 e 720 Series		
<b>Outros componentes que não motores completos ou APU</b>	<b>C5 Geração Elétrica e Luzes</b>	Magnetos Continental S20/S-200, S-1200, D-2000/D-3000 Series. Magnetos Unison-Slick 4300/6300. Alternadores TCM 646843 e 649304. Kelly Aerospace Series. Starter-Generators Lucas Aerospace/Goodrich 23048 e 23069. Starters TCM 655564, 655565, 646238, 646238-1 e 646275. Starters Kelly Aerospace MCL, MDH, MHB/Lightweight MHB, MHJ, MHP, MMU, Lightweight MMU, MZ/Lightweight MZ, ES646 Series. Starters Sky-Tech 122, 149, C125T3, C245T3, C125T12 Series.		
	<b>C9 Combustível</b>	Carburadores Precision MA-34, MA-3P4, MA-35PA, MA-4SPA, MA-4-5, MA-4-SAA MA-5, MA-6AA.		
	<b>C14 Trem de aterragem</b>	Blocos de travões Meggitt Aircraft Braking System 5006249-2 Jantes de nariz e principais Meggitt Aircraft Braking System 5008309, 5006528. 5006528-1.		
<b>Serviços especializados</b>	<b>D1 Ensaio não destrutivos</b>	Partículas Magnéticas Ultra-Sons Correntes Induzidas		

## 2.4 Aero VIP

A Aero VIP, localizada no Aeródromo de Municipal de Cascais, hangar 7, é uma organização de gestão da continuidade da aeronavegabilidade, certificada pela ANAC de acordo com o Regulamento Europeu N° 216/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho e de acordo com o Regulamento (EU) N°1321/2014 da Comissão. Está aprovada como organização de gestão da continuidade da aeronavegabilidade, em conformidade com o disposto na Secção A, Subparte G do Anexo 1 (Parte M) para gerir a continuidade da aeronavegabilidade das aeronaves abaixo indicadas:

Tabela 2.3 Lista de Aeronaves cuja aeronavegabilidade é gerida pela Aero Vip

<b>Fabricante</b>	<b>Modelo</b>	<b>Matricula</b>
<b>Cessna Aircraft Corporation</b>	FR172J	D-EGJD
	FR172H	CS-AHX
	F150L	CS-APA
	F150L	CS-AYJ
	150A	CS-ADF
	152	CS-DDP
	152	CS-DAT
	152	CS-AVC
	172 RG II	CS-AZD
	182 M	CS-AKX
	210L	CS-AOD
	210L	CS-EBAM
<b>Rockwell</b>	Commander 114	
<b>Diamond Aircraft Industries</b>	Diamond DA42	CS-DIZ

## 2. Descrição da Empresa

Dornier GMBH	DO 228	CS-AYT
	DO 228	CS-DVU
British Aerospace	Jetstream 32	CS-DVQ
Money Aircraft Corporation	M20J	CS-ASH
Pacific Aerospace	PAC 750 XL	
Piper Aircraft Corporation	PA-23 AZTEC	CS-AGW
	PA-23 AZTEC	CS-DBR
	PA-28	
	PA-31	CS-DCF
	PA-32	
	PA-34	
Aviat	Pitts S-2	
Schweizer Aircraft Corporation	Schweizer 269	
Daher-Socata	TB9	CS-AZG
	TB9	CS-DAA
	TB9	CA-AZF
	TB9	CS-DAB
	TB10	CS-DDT
	MS 880 B	CS-DIS
Tecnam	P2006T	CS-EAQ

A Aero VIP possui ainda um certificado de operador aéreo (COA) utilizando para o transporte de passageiros as seguintes aeronaves: CS-AYT, CS-DVU, CS-AHX, CS-AOD, CS-DCF, CS-DVQ, que operam na área de controlo de LPPC FIR (Lisboa). Possui também um certificado de operador de trabalho aéreo (COTA) podendo realizar os seguintes trabalhos: fotografia e filmagem oblíqua (CS-AHX), reboque de manga (CS-AHX, CS-AKX, D-EGJD, CS-AZD), voos de observação e coordenação aérea (CS-AHX, D-EGJD) e lançamento de paraquedistas (CS-AKX).

### 2.5 Sofinare

A Sofinare, localizada no Aeródromo Municipal de Cascais, hangar 6, é uma empresa de manutenção de aeronaves certificada em Parte 145 pela ANAC de acordo com a Regulamentação da Comissão (EC) N°1321/2014 podendo proceder à emissão de certificados de aprovação para serviço e à manutenção dos seguintes componentes: Piloto Automático (C2) e Comunicações e Navegação (C3).

## 2.6 Cenfortec

A Cenfortec, localizada no Aeródromo Municipal de Cascais, hangar 7, está certificada pela ANAC, de acordo com: o Regulamento (CE) N°216/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho e com o Regulamento Europeu (CE) N° 1321/2014, como entidade de manutenção em conformidade com o disposto na secção A do anexo IV (Parte 147), está certificada para ministrar formação, emitir os correspondentes certificados de aproveitamento aos formandos e conduzir os exames enumerados na tabela seguinte:

Tabela 2.4 Plano de Certificação da Cenfortec

Classe	Categoria da licença	Limitação
Básico	B1	TB1.1 Aviões - Turbina de gás
		TB1.2 Aviões - Motor de combustão interna
		TB1.3 Helicópteros - Turbina de gás
		TB1.4 Helicópteros - Motor de combustão interna
	B2	TB2 Aviónicos
	A	TA1 Aviões - Turbina de gás
		TA2 Aviões - Motor de combustão interna
	Tipo/Tarefas	B1
B2		T2 Cessna/Reims-Cessna 172/F172 Series (Continental); Beech 76 (Lycoming); Socata TB Series (Lycoming)

## 3. Instalações Atuais

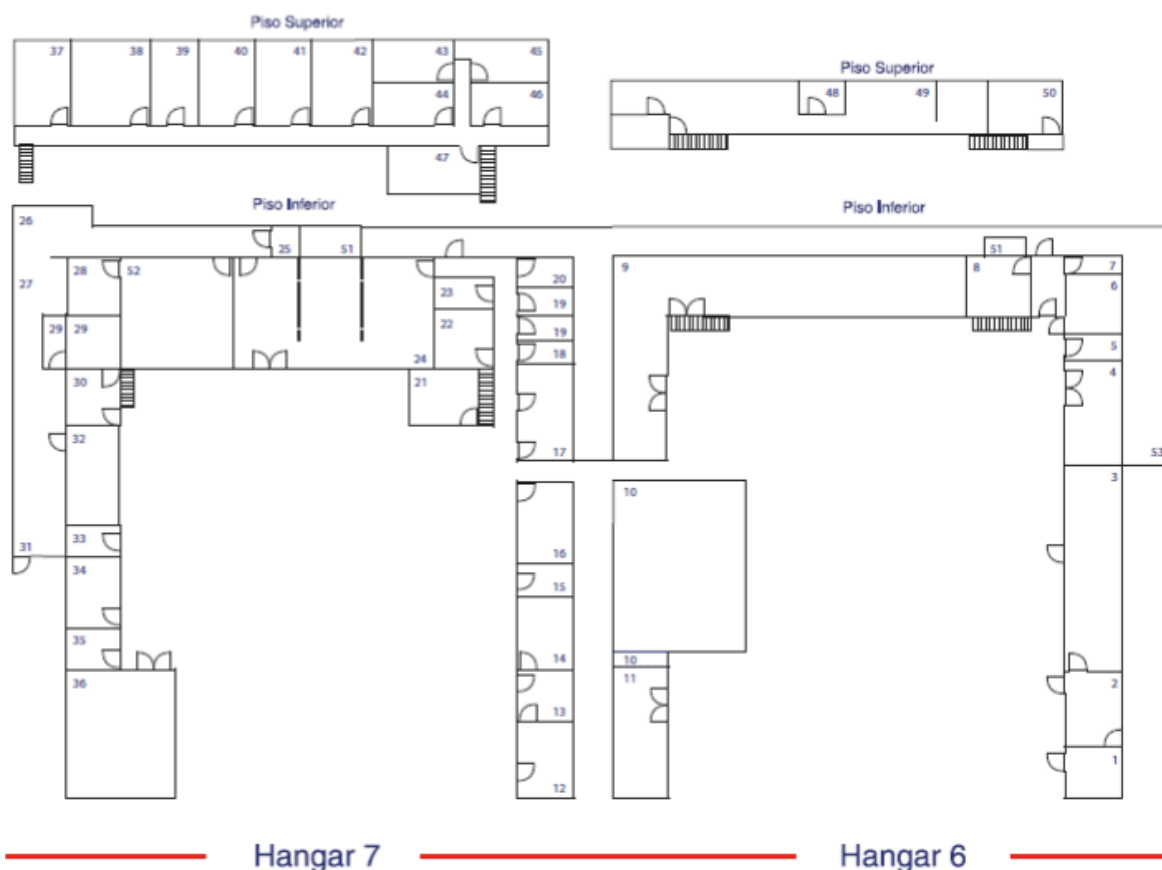


Figura 3.1 Hangar 6 e 7

Legenda das áreas:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Design e Comunicação                  | 28. Carburadores                               |
| 2. DME Aerotécnica                       | 29. Secção Elétrica/Baterias                   |
| 3. C.P.A.  Aerotécnica                   | 30. Secção Elétrica                            |
| 4. Gab. Aeronavegabilidade AeroVip       | 31. Serralharia                                |
| 5. WC Senhoras                           | 32. Fornos                                     |
| 6. WC Homens                             | 33. Leávia Pilotos                             |
| 7. Balneários                            | 34. Leávia Planeamento                         |
| 8. Vestiários                            | 35. Leávia Planeamento                         |
| 9. Armazém Aerotécnica                   | 36. Simulador                                  |
| 10. Secção Pintura                       | 37. Arq.Publicações Dir.Qualidade Controlo     |
| 11. Secção Estruturas                    | 38. Dir.Qualidade Aerotécnica AeroVip Sofinare |
| 12. Leávia                               | 39. Direção do C.I.V.                          |
| 13. Sala de Espera                       | 40. Gabinete Hi-Skills                         |
| 14. Gabinete Comercial Leávia            | 41. Cenfortec                                  |
| 15. Dir. Vendas e Marketing Dep.Jurídico | 42. Contabilidade e Recursos Humanos           |
| 16. Operações AeroVip                    | 43. Direção Financeira                         |
| 17. Sala Multiusos                       | 44. DOV AeroVip                                |
| 18. Cozinha                              | 45. Administração Grupo Seven Air              |
| 19. WC Homens                            | 46. Dir. Instrução Leávia                      |
| 20. WC Senhoras                          | 47. Dir. Qualidade Leávia                      |
| 21. Secretariado Grupo Seven Air         | 48. Armazém Sofinare                           |
| 22. Sala Reuniões                        | 49. Sofinare PARTE 145                         |
| 23. Sala de Arrumação                    | 50. Sofinare - DOA PARTE 21                    |
| 24. Secção Motores                       | 51. Compressor                                 |
| 25. Baterias Ácidas                      | 52. Área de Formação Prática Cenfortec         |
| 26. Lavagem Componentes                  | 53. Zona de Lavagens                           |
| 27. Máquina Jato de Areia                |  |



## 4. Estado da Arte

Neste capítulo é apresentado o estado da arte, de forma resumida é apresentada uma pesquisa sobre os temas a ser abordados no desenvolvimento da dissertação, isto é, as melhores soluções para cada área que irão ser implementadas.

### 4.1 Planeamento de instalações relativas à aviação geral

Para fazer o planeamento de instalações relativas à aviação geral é necessário entender o que é a aviação geral e quais são os fatores que influenciam este tipo de operações. De forma muito simplificada, a aviação geral consiste no conjunto de operações que não são levadas a cabo quer por companhias aéreas quer por militares. As operações da aviação geral podem ocorrer em aeroportos de todos os tipos e tamanhos, incluindo aeroportos de serviço comercial. (Transportation Research Board of National Academies, 2014, p. 4)

Os fatores que influenciam o planeamento de instalações relativas à aviação geral são:

- **Tipo de atividade levada a cabo pela organização:**
  - Operações de negócios;
  - Operações recreativas;
  - Operações de treino;
  - Operações especiais.
- **Tipo de aeronaves que opera:**
  - Aeronaves com motor de combustão interna ou turbina de gás;
  - Helicópteros;
  - Planadores;
  - Etc.
- **Classificação do aeroporto<sup>2</sup>:**
  - Classe i;
  - Classe ii;
  - Classe iii;
  - Classe iv.
- **Requisitos obrigatórios das instalações:**
  - Armazenamento;
  - Manutenção;
  - Serviço de abastecimento;

---

<sup>2</sup> De acordo com o Decreto-Lei nº 55/2010 de 31 de maio, capítulo 3, artigos 14, 15, 16 e 17.

Sendo assim, existem dois tipos primários de hangares, os convencionais e os hangares em T. O hangar do tipo convencional, como podemos ver na Figura 4.1, ganhou o nome de hangar caixa devido à sua forma retangular ou quadrada, este tipo de hangar varia em tamanho, desde grandes hangares corporativos capazes de armazenar múltiplas aeronaves a jato até pequenos hangares cujo objetivo é armazenar uma única aeronave a pistão monomotor.



Figura 4.1 Hangar convencional (caixa)

O acesso ao hangar é feito através de uma *taxyway* ou uma *taxilane*, regra geral e de forma a garantir um fácil acesso, a placa deverá ser posicionada na parte frontal do hangar, esta é uma das primeiras considerações a ter em conta, já que assim uma aeronave pode estar já posicionada para rumar à pista sem obstruir a *taxyways*.

O hangar tipo T, como podemos ver na Figura 4.2, é de forma retangular dividido em várias secções (5 a 10), como o nome indica em forma de T, para o armazenamento de múltiplas aeronaves. Regra geral, existem portões dos dois lados da estrutura de forma a garantir acesso individual de cada dono/locatário à respetiva secção e por sua vez à aeronave. Na fase de projeto deste tipo de hangar um dos fatores a ter em conta é o acesso, sendo assim, normalmente são colocadas *taxylanes* dos dois lados da estrutura de forma a maximizar o acesso à pista. Este tipo de hangar pode variar em tamanho consoante o número de aeronaves que se quer armazenar e a quantidade de secções individuais que se pretende.

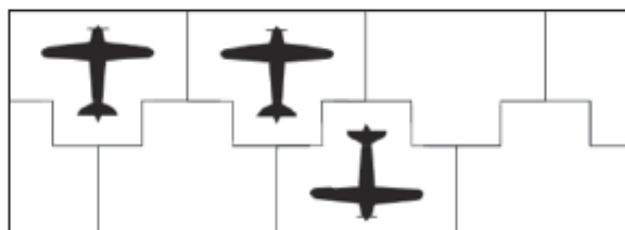


Figura 4.2 Hangar em T

O primeiro passo para determinar qual o tipo correto de hangar a utilizar é saber qual o tipo de atividade que este irá realizar, isto é, se no hangar em questão se vai realizar manutenção de aeronaves, pintura, entre outros. (Transportation Research Board of National Academies, 2014, pp. 15-16)

### 4.1.1 Hangar de Estacionamento

Este tipo de hangar pode ser construído praticamente com qualquer dimensão, normalmente a dimensão é determinada com base na maior aeronave a armazenar. Se o hangar for construído para apenas uma aeronave, o tamanho é determinado usando a envergadura e o comprimento da aeronave em questão. Uma maneira básica para determinar qual a área correta para o hangar é adicionar tanto à envergadura como ao comprimento da aeronave cerca de 3 metros de cada lado, este espaço adicional fornece ao hangar, por exemplo, espaço para infraestruturas relacionadas com a abertura de portas, etc.

### 4.1.2 Hangar de Manutenção

Um hangar de manutenção pode ter também a função de estacionamento ao mesmo tempo em que a manutenção é realizada. Ao dimensionar um hangar deste tipo tem de se ter em conta o tamanho e tipo de manutenção a ser realizada. O hangar deve ser capaz de lidar com várias aeronaves de uma só vez. Um hangar de manutenção de base irá necessitar de mais espaço por aeronave devido ao espaço ocupado pelos equipamentos de *scaffolding* (plataformas), equipamentos de suporte, ferramentas e *backshops*.

Além dos espaços onde a manutenção das aeronaves é realizada, num hangar de manutenção deverá existir também espaços para GSE, ferramentas especiais, armazenamento de equipamento, armazenamento de componentes, *backshops*, escritórios, casas de banho, etc. Estes espaços podem ser construídos na estrutura interior do hangar ou apenas como um acrescento exterior à estrutura do hangar. A necessidade de construção deste acrescento irá depender da carga e da capacidade de trabalho da empresa, estes espaços podem ter ligação direta ao hangar, sendo construídos de lado ou nas traseiras, ou então ser construídos de forma totalmente independente.

### 4.1.3 Hangar de Pintura

A grande diferença entre um hangar de manutenção e um hangar de pintura é que, independentemente do tamanho, num hangar de pintura os regulamentos de construção e normas ambientais são mais exigentes que significa que para a mesma dimensão trata-se de uma unidade mais cara. Este tipo de hangar tem de ter uma estação de tratamento de efluentes resultantes dos processos de decapagem e pintura das aeronaves.

### 4.1.4 Hangar Corporativo

Um hangar corporativo é usado normalmente para o estacionamento de aeronaves com a particularidade de possuir espaço para escritórios. Os escritórios podem ser construídos como parte integral do hangar ou como um acrescento nas laterais e na traseira. Neste espaço

adicional podem também ser incluída uma área de entrada, salas de reuniões, casas de banho, etc. O tamanho do hangar irá depender do tipo e número de aeronaves a estacionar.

## 4.2 Estrutura do hangar

A seleção do tipo de estrutura que melhor se adequa a um hangar é feita com base nos requisitos de atividade exigidos pelo proprietário ou futuro ocupante e pela comparação entre os diferentes tipos existentes que cumprem mais requisitos.

Devido à facilidade de construção, por norma, a estrutura que suporta um hangar de manutenção aérea é feita em aço. A estrutura do telhado deverá ser livre de colunas de forma a permitir o máximo de manobrabilidade das aeronaves dentro do hangar, bem como flexibilidade para futuras mudanças na estrutura base do mesmo.

A construção de estruturas metálicas, visíveis na Figura 4.3, terá de obedecer à Norma Europeia EN 1993-1-3:2005 que diz respeito às regras gerais a adotar no projeto de edifícios e de outras obras de engenharia civil de aço. Nesta norma são também tratadas as regras complementares a adotar no projeto de certos tipos de estruturas bem como a resistência ao fogo das estruturas de aço.

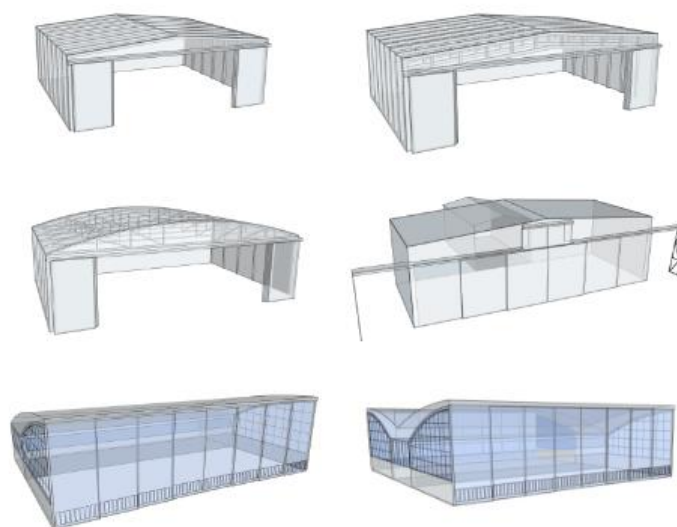


Figura 4.3 Diferentes tipos de estruturas para hangares

Conforme podemos ver na Figura 4.3, os hangares podem ter diferentes tipos de estruturas metálicas: estruturas metálicas simples, estruturas metálicas em treliça, estrutura metálica em arco, estruturas metálicas simples com acrescento em forma de “luva”, estruturas metálicas em cantilever. (REIDsteel, s.d.)

### 4.2.1 Hangar com estrutura simples

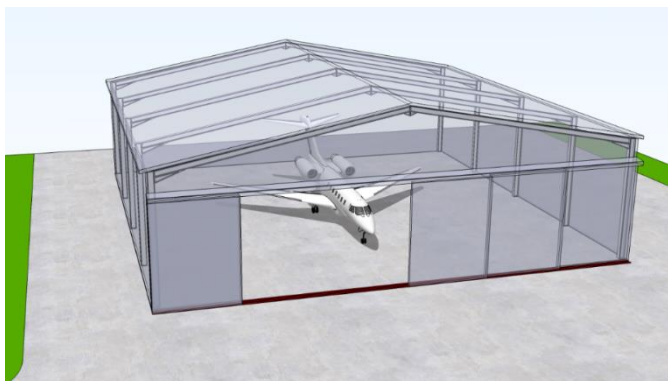


Figura 4.4 Hangar com estrutura simples em aço

Conforme podemos ver na Figura 4.4, este tipo de hangar é utilizado basicamente para o estacionamento ou manutenção de pequenas aeronaves. Maioritariamente construído com aço simples e aço galvanizado, tem um comprimento máximo de aproximadamente 36 metros sem que se torne necessário a colocação de colunas. Este tipo de estrutura é mais simples do ponto de vista de projeto, já que é facilmente expandido pela repetição dos elementos selecionados. Apresenta como grande vantagem a simplicidade de construção e como principal desvantagem a reduzida flexibilidade das operações. (REIDsteel, s.d.)

### 4.2.2 Hangar com estrutura em treliça

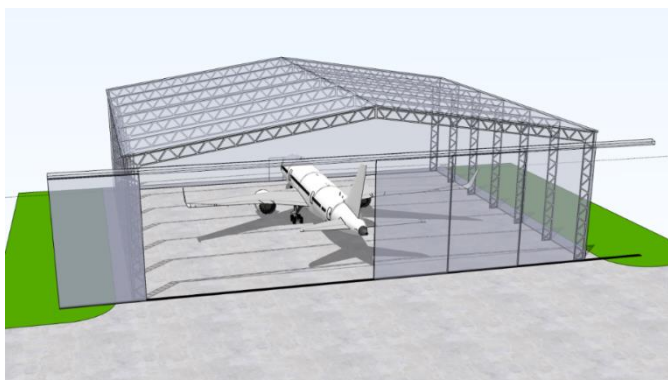


Figura 4.5 Hangar com estrutura em treliça

Conforme podemos ver na Figura 4.5, este tipo de hangar pode ter várias utilizações já que a sua construção em treliça permite que o comprimento varie entre os 30 e os 100 metros. A estrutura em treliça é um sistema eficiente, para comprimentos intermédios, tendo um sistema de construção relativamente simples. As cargas impostas pela estrutura podem ser suportadas de duas formas, ou ao longo das paredes do hangar ou nos cantos. A rigidez da estrutura diminui exponencialmente à medida o comprimento da treliça aumenta, contudo este efeito pode ser ligeiramente contrariado com o aumento limitado da espessura da treliça. (REIDsteel, s.d.)

### 4.3 Portões

#### 4.3.1 Portões deslizantes

Os portões deslizantes são recomendados quando não se quer utilizar espaço dentro do hangar para o seu armazenamento e existe espaço para o seu armazenamento nas laterais do hangar. Este tipo de portão pode ser bipartido, unidirecional ou flutuante, com cada parte a deslizar em direções opostas ou na mesma direção, respetivamente. O portão flutuante permite o movimento de cada célula do portão de forma independente. Como se tratam de portões deslizantes o peso está a ser suportado no carril de baixo o que torna o portão do ponto de vista de engenharia mais fácil de ser projetado. (Door Egnieering)

Características chave:

- Construção em aço;
- Deslizante;
- Fácil manuseamento;
- Múltiplos dispositivos de segurança;
- Grande variedade de altura;
- Comprimento praticamente ilimitado;
- Proteção completa contra fatores atmosféricos;
- Elevada luminosidade;
- Pequenas portas de acesso.

Na Figura 4.6 e na Figura 4.7 podemos ver exemplos de portões unidirecionais e bidirecionais.

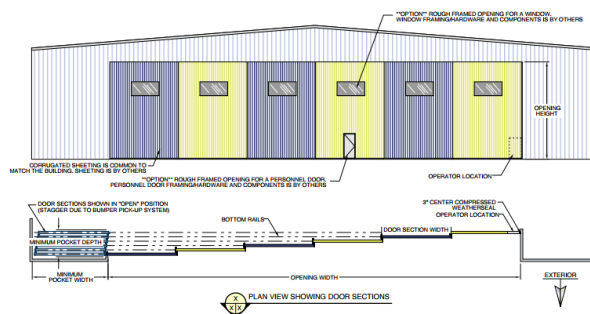


Figura 4.6 Exemplo de portão deslizante unidirecional

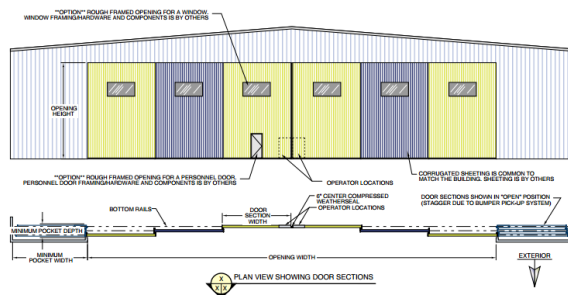


Figura 4.7 Exemplo de portão deslizante bipartido

### 4.3.2 Portões hidráulicos

Os portões hidráulicos são recomendados quando não existem limitações em utilizar espaço no topo do hangar, para o armazenamento, quando este se encontra aberto. O acesso ao hangar torna-se assim máximo com um mínimo de espaço, em média apenas um terço do portão fica no interior do hangar, para armazenamento do portão. Este tipo de portões não impõem qualquer peso na estrutura do hangar, sendo que apenas a carga do vento é transferida para a estrutura, contudo para comprimentos de hangar maiores esta solução torna-se mecanicamente inviável. (Schweiss, s.d.)

#### Características chave:

- Portão único;
- Estrutura do hangar aliviada em termos de peso;
- Proteção completa contra fatores atmosféricos;
- Rapidez de abertura;

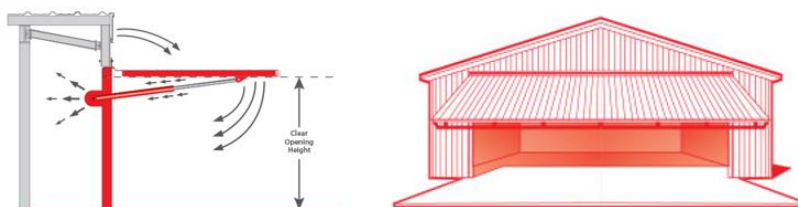


Figura 4.8 Portões hidráulicos

### 4.3.3 Portões bipartidos

Os portões bipartidos são em muito semelhantes aos portões hidráulicos, tendo como grande diferença o método de abertura, o que influencia de forma direta os esforços efetuados. O método patenteado pela empresa Schweiss utiliza cintas de *nylon* que aguentam até aproximadamente 13 000 Kg utilizadas para fazer a abertura do portão conforme a Figura 4.9. (Schweiss, s.d.)

#### Características chave:

- Múltiplos pontos de levantamento;
- Projetada com duas dobradiças para partilha de carga da moldura da porta;

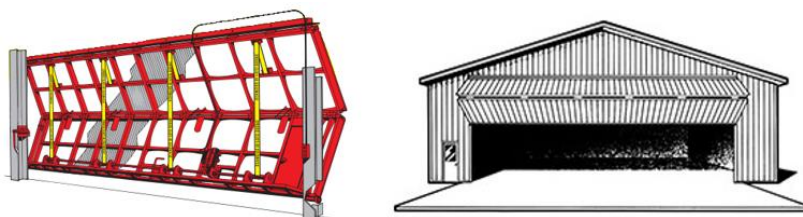


Figura 4.9 Portões bipartidos

#### 4.3.4 Portões verticais dobráveis em lona

Os portões verticais dobráveis em lona são recomendados quando não existe espaço nas laterais do hangar para armazenar, por exemplo, portas deslizantes ou quando se quer ter um espaço de acesso com praticamente o mesmo comprimento do hangar. Este tipo de portão, ao contrário dos deslizantes, elimina a necessidade de grandes fundações. A lona tem apenas movimento vertical que é orientado por carrinhos de alumínio com juntas isolantes que retraem após a abertura total do portão. O sistema de operação do portão inicia-se com a primeira secção de lona a ser puxada para cima, empilhando assim, em camadas, as secções intermédias até a abertura total ou parcial do portão. Todos os portões estão equipados com supressores de carga ao longo dos carrinhos de alumínio, estes suportam as cargas de vento que são transmitidas através da lona e conseqüentemente dissipam-nas para a estrutura do hangar. (Gandhi Automations, s.d.)

##### Características chave:

- Inexistência de qualquer carril de deslizamento no chão;
- Não existe limitações de espaço relativamente à abertura;
- Não existe limitação quanto às dimensões das entradas de luz;
- Poucas partes móveis;
- Requer pouca manutenção;
- Elevada resistência a cargas de vento;
- Elevada resistência à corrosão;

Na Figura 4.10 podemos ver um exemplo de um portão vertical dobrável em lona.



Figura 4.10 Portões verticais dobráveis em lona

## 4.4 Pavimento

Os pavimentos aeronáuticos são projetados e construídos conforme as cargas impostas pelas aeronaves que neste circulam. Para aeronaves com massa superior a 5 700 Kg foi criado o número de classificação de aeronaves - ACN (Aircraft Classification Number), que é o valor numérico que exprime o efeito relativo de uma aeronave, em função do seu peso, numa estrutura de pavimento, para uma determinada classe de fundação. Este número é determinado para cada aeronave com base no centro de gravidade, peso máximo admitido, espaçamento entre rodas e pressão dos pneus, compete ao fabricante da aeronave o cálculo dos valores de ACN. (Autoridade Nacional da Aviação Civil, 2012, p. 2)

Em paralelo com o número de classificação de aeronaves foi criado o número de classificação do pavimento - PCN (Pavement Classification Number), que é o valor numérico que exprime a capacidade de carga de um pavimento, para um número ilimitado de operações. Este número é determinado com base no peso da aeronave, no tipo de aeronave, com especial incidência no trem de aterragem e pressão de enchimento dos pneus, na frequência de operação e por fim com base nas condições do solo de fundação do pavimento. (Autoridade Nacional da Aviação Civil, 2012)

De forma a criar um padrão para a classificação de resistência dos pavimentos, desenvolveu-se o método ACN/PCN, este método calcula usando a mesma base técnica os valores de ACN e PCN. Para que a aeronave possa aterrar/descolar ou movimentar-se na pista ou taxyways sem qualquer tipo de restrições o valor de ACN tem de ser inferior ou igual ao valor de PCN. (Autoridade Nacional da Aviação Civil, 2012, p. 4)

Para aeronaves com massa igual ou inferior a 5 700 Kg a capacidade de carga do pavimento deve ser reportada com base no peso máximo da aeronave e pressão máxima dos pneus.

A classificação dos pavimentos divide-se em duas categorias: pavimentos rígidos (código R), pavimentos flexíveis (código F).

### 4.4.1 Pavimentos Rígidos

Os pavimentos rígidos, geralmente utilizados nas placas dos aeroportos, são constituídos por uma laje ou camada de desgaste, uma sub-base e um leito de pavimento. Estes devem suportar as cargas que lhes são induzidas através de uma laje, que trabalha à flexão, dependendo a rigidez da mesma, em razão direta de proporcionalidade, da espessura da laje. (Autoridade Nacional da Aviação Civil, 2012, p. 12)

Conforme podemos ver na Figura 4.11, a laje é composta por uma camada superior de betão, que funciona simultaneamente como camada de desgaste e de base, com funções de suporte. A elevada resistência à flexão do betão faz com que o pavimento não sofra deformações acentuadas, mesmo quando sujeito a temperaturas elevadas e a um elevado tráfego de aeronaves.

A camada de sub-base é constituída por material granular normalmente estabilizado com ligante hidráulico (betão pobre, solo-cimento) de forma a oferecer uma boa resistência a solicitações de tráfego pesado e intenso. Também visa oferecer uma superfície estável e uniforme à camada sobrejacente, com capacidade resistir à erosão.

O leito do pavimento é constituído por um material homogêneo, não sensível à água. Caso este apresente alguma heterogeneidade nas suas características físicas e mecânicas bem como reduzida capacidade de carga, deve incorporar um leito de pavimento com solo melhorado. (Federal Aviation Administration, 2014, pp. 4-5)

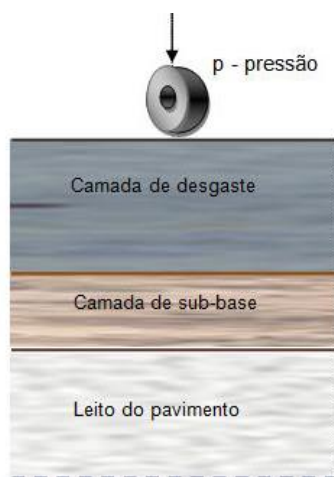


Figura 4.11 Estrutura de um pavimento rígido

#### 4.4.2 Pavimentos Flexíveis

Os pavimentos flexíveis, utilizados nas pistas de voo, são compostos por uma camada de desgaste, uma camada de regularização, uma camada de base, uma camada de sub-base e um leito de pavimento. (Federal Aviation Administration, 2009, p. 71) Estes podem ter uma composição muito variável dependendo das características dos materiais disponíveis, das condições climáticas, da resistência do solo de fundação, da intensidade e tipo de tráfego a que estão sujeitos. A sua composição deve permitir que as cargas que lhes são induzidas sejam dissipadas através da sua distribuição gradual para um sistema de camadas sobrepostas. Além da boa dissipação das cargas os pavimentos tem também de ter boas condições de aderência de forma a prevenir por exemplo hidroplanagem e resistência aos ataques químicos de agente poluentes muitas vezes libertados pelas aeronaves. (Autoridade Nacional da Aviação Civil, 2012, p. 12)

Como podemos ver na Figura 4.12, a camada de desgaste e de regularização é construída a partir de uma mistura de agregados selecionados ligados entre si por um ligante betuminoso. A superfície da camada de desgaste previne a penetração da água superficial na camada de base. Por se tratar da camada que está mais sujeita às condições atmosféricas, é também a que mais se degrada.

A camada de base é a principal componente estrutural do pavimento flexível e distribui as cargas a que está sujeita através da camada de sub-base e desta para a fundação.

Dimensionada para resistir às forças de compressão produzidas à superfície, evita que o pavimento atinja o estado último de ruína e se deforme permanentemente.

A camada de sub-base está sujeita a menores tensões de compressão e pode ser constituída por uma camada granular simplesmente compactada. Embora possua características resistentes, desempenha essencialmente funções de drenagem.

A fundação, que inclui não só as terraplenagens (aterro ou escavação) mas também o leito de pavimento, é composta por solo natural compactado. No pavimento flexível, a fundação está sujeita a tensões bastantes menores do que a superfície, a base ou a sub-base. (Federal Aviation Administration, 2014, p. 4)



Figura 4.12 Estrutura de um pavimento flexível

### 4.5 *Backshops*

Os hangares e docas de manutenção providenciam espaço para que as inspeções agendadas às aeronaves sejam realizadas, contudo existem componentes que exigem, por exemplo, ambientes mais controlados ou ferramentas especializadas tal como acontece com os aviônicos ou com os motores.

Conforme podemos visualizar na Figura 4.13, as *backshops* são instalações organizadas que fornecem todo o equipamento especializado e ambiente necessário para a manutenção do componente em questão, para além de espaço para a realização do trabalho estão também projetadas de forma a ter: sistemas de supressão de incêndios, sistemas de ventilação, sistemas de vácuo e ar comprimido e instalações elétricas adequadas. Os espaços de trabalho devem ser abertos e de grandes dimensões de forma a acomodar componentes de aeronaves ou partes que necessitem manutenção, já o espaço disponível no chão e as entradas devem ser capazes de permitir o movimento do maior item a ser reparado em cada *backshop*.

A segurança é um fator a ter em conta no projeto destas instalações, devem ser colocados sinais alusivos a perigos específicos de cada equipamento ou condições perigosas, deve ainda ser claramente evidenciado o local dos primeiros socorros e equipamento de

combate a incêndios. Linhas de segurança, corredores e planos de evacuação devem ser pintados em torno do perímetro do hangar e das *backshops* de forma a prevenir acidentes e manter o tráfego de pessoas fora das zonas de trabalho.

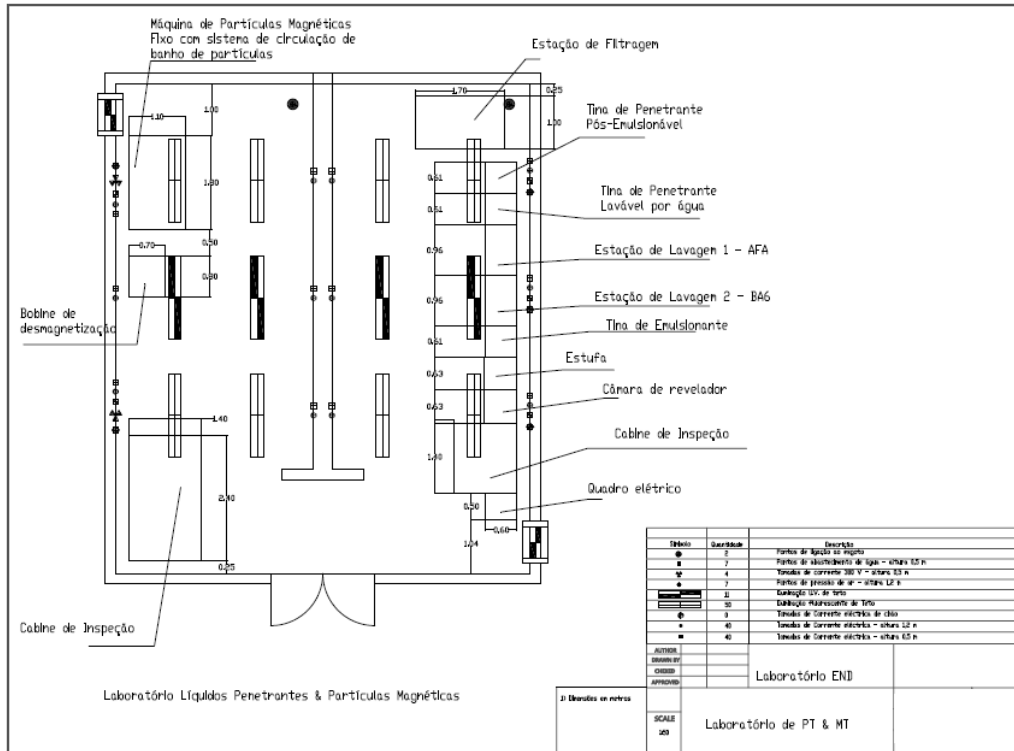


Figura 4.13 Desenho de construção de um laboratório de Ensaios Não Destrutivos

## 5. Legislação

Tendo em conta o tratado que institui a Comunidade Europeia<sup>3</sup>, a Agência Europeia para a Segurança da Aviação, a seguir denominada “Agência”, é responsável pela criação de regulamentos relativos a regras comuns, no domínio da aviação civil, que visem garantir requisitos mínimos de segurança bem como de proteção ambiental. Em Portugal, segundo o artigo nº1 do Diário da República de 16 de março de 2015, a Autoridade Nacional de Aviação Civil, a seguir denominada “ANAC” é:

“A autoridade nacional em matéria de aviação civil, pessoa coletiva de direito público, com a natureza de entidade administrativa independente, dotada de autonomia administrativa, financeira e de gestão, bem como de património próprio. A ANAC exerce funções de regulação, fiscalização e supervisão do setor da aviação civil e rege-se de acordo com o disposto no direito internacional e europeu, na lei-quadro das entidades reguladoras, nos presentes estatutos e na demais legislação setorial aplicável.”

Sendo assim, é da competência da ANAC licenciar, certificar, autorizar e homologar as atividades e os procedimentos, as entidades, o pessoal, as aeronaves, as infraestruturas, equipamentos, sistemas e demais meios afetos à aviação civil, bem como definir os requisitos e pressupostos técnicos subjacentes à emissão dos respetivos atos.

A ANAC faz aplicar: o Regulamento (CE) Nº 216/2008 relativo a regras comuns no domínio da aviação civil e o Regulamento (CE) Nº 1321/2014 relativo à aeronavegabilidade permanente das aeronaves e dos produtos, peças e equipamentos aeronáuticos, bem como à certificação das entidades e do pessoal envolvido nestas tarefas. O Regulamento (CE) Nº 1321/2014 está dividido em 4 partes:

- **Parte M (Anexo 1):** A parte M diz respeito às medidas a serem adotadas para assegurar a continuidade da aeronavegabilidade, incluindo no que se refere à manutenção, e especifica as condições a serem cumpridas pelas pessoas ou entidades envolvidas na gestão da aeronavegabilidade permanente;
- **Parte 145 (Anexo 2):** A parte 145 estabelece os requisitos que uma entidade deverá satisfazer para poder emitir ou revalidar homologações para a manutenção de aeronaves e de componentes de aeronaves;
- **Parte 66 (Anexo 3):** A parte 66 estabelece os requisitos para a emissão de uma licença de manutenção aeronáutica, bem como as condições relativas à sua validade e utilização, para aviões e helicópteros;
- **Parte 147 (Anexo 4):** A parte 147 estabelece os requisitos a satisfazer pelas entidades que pretendem obter aprovação para a realização de ações de formação e exames nos termos da parte 66.

---

<sup>3</sup> Nº 2 do artigo 80º

Os produtos aeronáuticos devem ser sujeitos a um processo de certificação a fim de verificar que cumprem os requisitos essenciais de segurança e proteção ambiental em matéria de aviação civil. As aeronaves, incluindo motores, hélices, peças e equipamentos nelas instaladas, que foram projetadas ou fabricadas por uma entidade para a qual a Agência ou um Estado-Membro assegure a supervisão da segurança, as aeronaves que estejam registadas num Estado-Membro ou que estejam registadas num país terceiro e utilizadas por um operador para o qual um Estado-Membro assegure a supervisão das operações, devem obedecer ao Regulamento Europeu N° 216/2008, a menos que a sua supervisão regulamentar de segurança tenha sido delegada num país terceiro e não sejam utilizadas por um operador comunitário.

Sendo assim, as aeronaves que se enquadrem num dos pontos anteriores devem então cumprir os requisitos essenciais de aeronavegabilidade previstas no anexo 1 do Regulamento Europeu N° 216/2008. Este anexo aborda tópicos tão variados como estruturas e materiais, propulsão, sistemas, dispositivos, entre outros, tendo de estar assegurada a integridade dos componentes em todas as condições de voo ao longo da vida operacional da aeronave.

## 6. Exigências ao nível das instalações

Segundo o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia, a entidade responsável pelo processo de manutenção deve assegurar que:

a) São providenciadas instalações adequadas a todas as atividades previstas, que assegurem, em especial, proteção contra fatores atmosféricos. Os estaleiros e oficinas especializados devem estar convenientemente isolados de modo a impedir a contaminação do ambiente e das áreas de trabalho.

1. Para a manutenção de base de aeronaves, devem existir hangares com espaço suficiente para acomodar aeronaves durante as operações de manutenção de base previstas.

2. Para a manutenção de componentes de aeronaves, devem existir oficinas com espaço suficiente para acomodar componentes durante as operações de manutenção previstas.

b) São providenciadas salas de trabalho adequadas à gestão das atividades previstas, referidas na alínea a), bem como pessoal de certificação, de modo a permitir a realização das tarefas que lhe foram confiadas e assegurar um bom nível de manutenção das aeronaves.

c) O ambiente de trabalho, incluindo hangares de aeronaves, oficinas de manutenção de componentes e salas de trabalho, é adequado às tarefas a executar, devendo, quando necessário, ser observados eventuais requisitos especiais. O ambiente de trabalho deve ser de molde a não prejudicar a eficiência do pessoal, a menos que a especificidade da tarefa a isso obrigue:

1. As temperaturas devem ser mantidas de forma a que o pessoal possa executar as suas tarefas sem desconforto;

2. A presença de poeira ou de qualquer outro elemento de contaminação atmosférica deve ser mínima e a sua acumulação nunca deve ser visível sobre a superfície das aeronaves ou dos seus componentes. Quando a presença de poeira ou outros elementos de contaminação atmosférica resultar numa acumulação visível sobre a superfície, todos os sistemas suscetíveis devem ser isolados até que seja restabelecido um nível de condições aceitável;

3. A iluminação deve ser suficiente, de modo a assegurar que todas as inspeções e trabalhos de manutenção possam ser realizados com eficácia;

4. O ruído não deve ser suscetível de distrair o pessoal durante as tarefas de inspeção. Quando não for possível controlar a fonte de ruído, o pessoal deve dispor do equipamento de proteção pessoal necessário para eliminar o ruído excessivo suscetível de provocar distração durante as operações de inspeção;

5. Quando um trabalho de manutenção específico exigir condições ambientais específicas diferentes das atrás referidas devem ser criadas essas condições. As condições específicas devem ser indicadas nos dados de manutenção;

6. No caso da manutenção de linha, o ambiente de trabalho deve permitir que uma operação específica de manutenção ou inspeção seja realizada sem distrações. Assim, quando o ambiente de trabalho atingir níveis inaceitáveis em termos de temperatura, humidade, chuva, gelo, neve, vento, iluminação, poeira//outros elementos de contaminação atmosférica, as operações específicas de manutenção ou inspeção devem ser suspensas até que sejam restabelecidas condições satisfatórias. (Comissão Europeia 2014)

d) São providenciadas instalações de armazenagem seguras para componentes, equipamentos, ferramentas e materiais. As condições de armazenagem devem ser de molde a permitir a separação dos componentes e materiais aptos para serviço dos componentes de aeronaves, materiais, equipamentos e ferramentas não aptos para serviço e ainda impedir a deterioração ou danificação dos artigos armazenados, conforme especificado nas instruções dos fabricantes. O acesso às instalações de armazenagem deve ser limitado ao pessoal autorizado. (Comissão Europeia, 2014, pp. 66-67)

De acordo com os meios de conformidade aceitáveis (AMC) e material de orientação (GM) relativos ao anexo II do Regulamento Europeu Nº 1321/2014, foram acrescentados a cada um dos pontos anteriores os seguintes parágrafos:

a) 1. Quando o hangar não é propriedade da organização, pode ser necessário estabelecer prova de arrendamento. Inspeções regulares deverão comprovar que existe espaço suficiente no hangar para executar a manutenção de base de acordo com o programa de manutenção.

a) 2. Proteção contra elementos ambientais está relacionada com os elementos esperados ao longo dos 12 meses do ano. O hangar e as *backshops* devem prevenir a entrada de chuva, neve, granizo, gelo, vento, poeira, etc. O hangar e as *backshops* devem ainda ser selados para minimizar a geração de poeira.

a) 3. Para a manutenção de linha, os hangares não são essenciais contudo é recomendado que o acesso a este seja feito de forma rápida caso as condições climatéricas sejam alteradas e assim prevenir o atraso no trabalho bem como qualquer falha na reparação das aeronaves.

a) 4. Os técnicos de manutenção aeronáutica devem ter um espaço reservado no qual seja possível o estudo dos manuais e o correto preenchimento dos registos de manutenção.

b) É aceitável que existam vários escritórios para facilitar a realização das tarefas atribuídas. Também nestas áreas os técnicos de manutenção aérea devem ter um espaço reservado no qual seja possível o estudo dos manuais e o correto preenchimento dos registos de manutenção. (European Aviation Safety Agency, 2015, pp. 9-10)

## 7. Planificação

Neste capítulo é feito o planeamento do *layout* do hangar, este obedece a regras específicas e aos requisitos da empresa. O seu desenvolvimento envolve o planeamento individual de cada secção bem como a sua disposição no hangar.

### 7.1 Localização



Figura 7.1 Localização do Hangar e da Placa

Na Figura 7.1 podemos ver a possível localização do hangar e da placa. Como ponto de referência foi utilizado o terminal de passageiros do Aeródromo Municipal de Cascais, a área rodeada a vermelho será destinada à construção do hangar e a área rodeada a preto à construção da placa.

O terreno rodeado a vermelho tem aproximadamente 5190 m<sup>2</sup> o que permite a construção de um hangar, conforme podemos ver na Figura 7.2, com 41,5 metros de largura por 75 metros de comprimento, permite também a construção, nas traseiras, de lugares de estacionamento para funcionários e clientes e na zona do portão do hangar a construção de estacionamentos de carros e equipamentos de apoio.

O terreno rodeado a preto tem aproximadamente 10 000 m<sup>2</sup>, o que permite a construção de uma placa com 100 metros de largura por 100 metros de comprimento, estudos posteriores terão de ser realizados de forma a dimensionar de forma correta esta área.

## 7.2 Layout

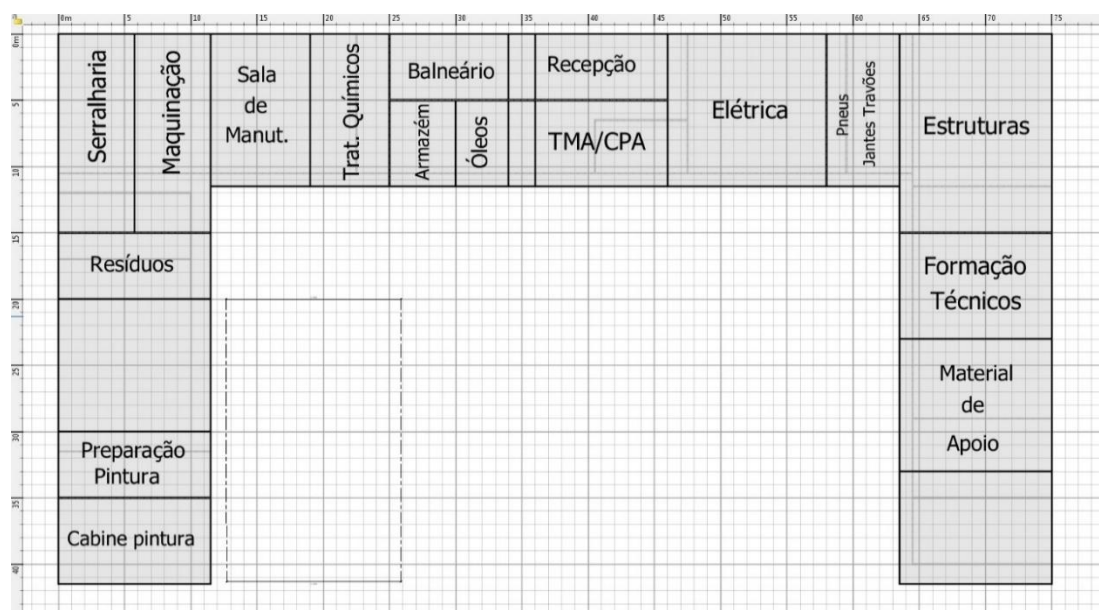


Figura 7.2 Planificação Piso 0

A forma e dimensões gerais do hangar são determinadas pelo número e tipo de aeronaves que devem ser parqueadas, em simultâneo, no seu interior. Além da forma e dimensão do hangar, todas as outras áreas funcionais, tal como as *backshops*, devem estar dispostas de forma a permitir o máximo de manobrabilidade da aeronave no interior do hangar.

O *layout* do hangar foi concebido de forma a satisfazer dois pontos essenciais: o tipo de trabalho realizado pela empresa atualmente e uma possível expansão do negócio. O estudo do *layout* tem como objetivo os pontos seguintes (Mecklenburgh, 1985):

- Minimizar o custo de manipulação de materiais, o tempo e a sua frequência;
- Minimizar o custo de operação de equipamentos;
- Minimizar o tempo global de manutenção;
- Maximizar o uso do espaço disponível;
- Facilitar a operação do processo de manutenção e o seu fluxo;
- Assegurar a flexibilidade do arranjo e operação;
- Assegurar uma construção segura e eficiente;
- Obedecer a considerações legais, tais como o bem-estar e segurança dos trabalhadores e fatores ambientais.

Na fase inicial deste estudo foram elaboradas as tabelas presentes em anexo que permitiram além de fazer a descrição completa de cada secção, localizar cada uma delas dentro do hangar, havendo secções com necessidades de localização diferentes. As secções foram dispostas conforme os pontos referidos anteriormente e com base na afluência de trabalhadores durante os processos de manutenção, na dimensão mínima exigida, no tipo de equipamentos que serão utilizados em cada *backshop* e na quantidade e especificidade de resíduos que gera.

## 7. Planificação

Na secção central do piso 0 podemos ver secções com bastante afluência de trabalhadores tal como o armazém, a sala de manutenção geral e a sala dos técnicos de manutenção aeronáutica. Nos cantos do hangar estão secções que têm características específicas tais como necessidade de um bom sistema de exaustão, maquinaria pesada e elevada produção de resíduos, como é o caso da serralharia, da maquinaria e da *backshop* de reparação estrutural. Nas laterais do hangar estão dispostas secções que não afetam de forma direta a manutenção, tal como a secção de armazenamento de resíduos, a formação de técnicos a secção de pintura e o local de armazenamento de material de apoio.

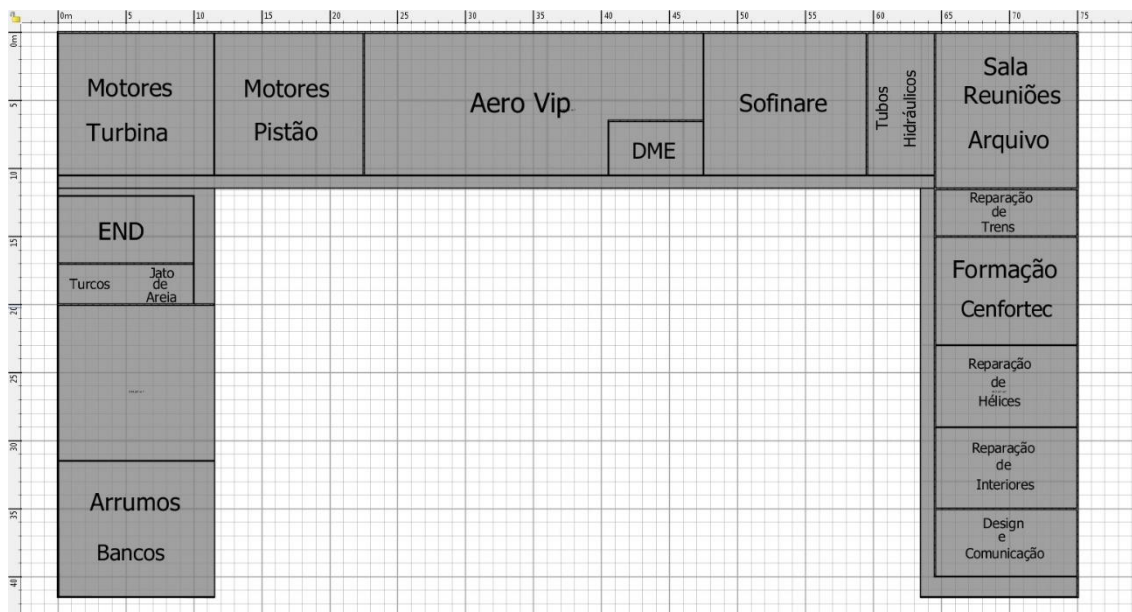


Figura 7.3 Planificação Piso 1

No piso 1 estão dispostas *backshops* de reparação em que os componentes já chegam a esta secção parcialmente desmontados, o que torna a sua deslocação mais fácil e a sua manutenção ou reparação não requer que estes estejam no espaço adjacente à aeronave, como é o caso da manutenção de motores, manutenção de aviónicos, manutenção e reparação de hélices, etc. Na zona central deste piso está presente o controlo dos trabalhos realizados no hangar, ou seja, o gabinete do Diretor de Manutenção e Engenharia e a empresa responsável pela gestão da continuidade da aeronavegabilidade, a Aero Vip.

Sendo a Aerotécnica e a Sofinare certificadas em Parte 145, a AeroVip em Parte M, e em a Cenfortec em Parte 147, estas são as empresas do Grupo 7Air que apresentam maior necessidade de operação nas docas de manutenção e no interior do hangar, logo o piso 0 e o piso 1 devem ser ocupados por estas empresas na totalidade, deslocando tudo o que é recursos humanos e gabinetes administrativos para o piso 2.



## 8. Secções

Neste capítulo serão abordadas as mais variadas áreas de trabalho com relevância para o estudo, desde o armazém até ao portão do hangar. Com exceção do pavimento, portão e ponte rolante, todos os restantes elementos são apresentados da seguinte forma: secção, requisitos, legislação e hipótese de solução. Neste capítulo estão ainda presentes ilustrações 3D de cada secção elaboradas no SweetHome 3D, com recurso a modelos do website 3D Warehouse.

### 8.1 Armazém

É nesta secção que é feito o armazenamento dos meios materiais necessários para a atividade de manutenção e esta deve manter níveis de *stock* adequados para a sua realização. No armazém geral devem estar todos os componentes e consumíveis necessários ao desempenho das atividades de manutenção, e num armazém de quarentena todos os materiais, componentes e ferramentas de calibração segregados do uso.

#### 8.1.1 Requisitos

Atualmente o Grupo 7Air tem em armazém cerca de 600 000 peças, estas devem ser armazenadas em compartimentos suficientemente resistentes para sustentar todo o material e componentes neles depositados.

Os materiais devem ser armazenados devidamente identificados e catalogados em condições de temperatura, humidade e luz solar especificadas pelo fabricante. As matérias-primas são arrumadas segundo as regras geralmente adotadas na armazenagem industrial, isto é, separadas por tipo e natureza (componentes elétricos, matérias primas perecíveis, pneus, outros componentes de borracha, etc.). Os componentes, sempre que tal é possível, devem permanecer embalados em materiais de proteção adequados a fim de evitar danos ou corrosão durante o período em que estão armazenados.

Deve existir ainda um armazém com capacidade de alojar artigos em regime de quarentena, de modo a armazenar os componentes inspecionados que se revelaram inaptos para utilização.

#### 8.1.2 Legislação

Conforme o Regulamento Europeu N° 1321/2014, ponto 145.A.25 (d): “São providenciadas instalações de armazenagem seguras para componentes, equipamentos, ferramentas e materiais. As condições de armazenagem devem ser de molde a permitir a separação dos componentes e materiais aptos para serviço dos componentes de aeronaves,

materiais, equipamentos e ferramentas não aptos para serviço e ainda impedir a deterioração ou danificação dos artigos armazenados, conforme especificado nas instruções dos fabricantes. O acesso às instalações de armazenagem deve ser limitado ao pessoal autorizado.”

Conforme a decisão 2015/029/R relativa ao Regulamento Nº 1321/2014 da União Europeia, ponto AMC 145.A.25 (d):

“1.Instalações de armazenamento para componentes de aeronaves deve ser limpo, bem ventilado e mantido a uma temperatura e humidade constante para minimizar os efeitos de condensação. As recomendações de armazenamento do fabricante devem ser seguidas nos componentes assim assinalados.

2.Estantes de armazenamento devem ser robustas o suficiente para dar suporte suficiente aos componentes, pequenos e grandes, para que o componente não sofra deformação alguma durante o armazenamento.

3.Todos os componentes devem, sempre que possível, permanecer embalados em material de proteção de forma a minimizar os danos e corrosão durante o armazenamento.”

### 8.1.3 Hipótese de Solução

A empresa Kardex Remstar, localizada no Porto, é uma empresa que especialista em soluções de armazenamento automático. O Kardex Remstar carrossel horizontal é um sistema de grande facilidade de operação e de alta precisão que cumpre todos os requisitos e permite o armazenamento das mais variadas ferramentas e produtos.



Figura 8.1 Kardex Remstar Carrossel Horizontal

Da Figura 8.1 podemos observar as seguintes vantagens de utilização:

- **Produtividade:** Por meio do princípio “produto à pessoa”, os artigos solicitados são entregues ao operador de forma rápida e direta, eliminando viagens e tempo de procura improdutivos. Neste processo, o carrossel horizontal efetua sempre o percurso mais curto até chegar ao ponto de recolha;
- **Desempenho de recolha:** Os movimentos simultâneos e independentes dos carrosséis horizontais de uma determinada estação permitem uma grande rapidez do sistema geral, alcançando com isso, um elevado desempenho de recolha, elementos de visualização na máquina e na estação de recolha permitem alcançar uma precisão de armazenamento e recolha acima de 99%;
- **Recolha coletiva:** É possível fazer a recolha do produto sem a utilização de qualquer papel, o *software* de gestão de armazéns combina vários pedidos num único lote de recolha através do comando do PC, permitindo que o operador prepare vários pedidos ao mesmo tempo;
- **Cargas pesadas:** A unidade horizontal, para além de ser ideal para estar situada na cave, é também ideal para o armazenamento e recolha de itens de pequeno, médio e grande porte, permitindo armazenar, por exemplo, desde simples leves ferramentas a pesadas baterias;
- **Utilização otimizada do espaço:** Os itens são armazenados de forma compacta num espaço limitado, o que elimina deslocações e percursos de recolha desnecessários, limitando a zona de recolha apenas de 5 a 10 m<sup>2</sup>;
- **Construção robusta:** O carrossel horizontal é uma unidade compacta, fiável, de baixa manutenção e que garantindo uma elevada segurança operacional a longo prazo;
- **Segurança:** O carrossel horizontal satisfaz altos requisitos de segurança, os sistemas são fechados e completamente circundados por uma cerca de proteção.
- **Flexibilidade:** O carrossel horizontal é adequado para uma grande variedade de produtos a serem armazenados. Dentro dos cestos de suporte é possível seleccionar de forma individual o espaço entre as prateleiras, de forma a adaptá-los ao tamanho dos produtos, sendo assim é possível armazenar, de forma eficiente, produtos volumosos.



Figura 8.2 Ilustração 3D da Área de Gestão do Armazém

Como podemos observar na Figura 8.2, existe uma área de gestão e entrega no piso 0 cujo acesso é feito única e exclusivamente pelo interior do hangar, o que assegura que toda a gente que entre na zona de entrega está devidamente autorizado a circular no hangar, apenas pessoal com autorização especial poderá aceder à zona de gestão e ao armazém. O armazém está localizado na cave, esta localização permite que o controlo de temperatura, humidade e luminosidade seja mais fácil de realizar. Como podemos ver na Figura 8.3, a cave encontra-se distribuída por todo o comprimento do hangar o que permite que, no futuro e caso exista necessidade, haja um aumento em tamanho do sistema Kardex Remstar carrossel horizontal, bem como que o armazém de quarenta possa localizar-se também na cave embora em áreas segregadas.

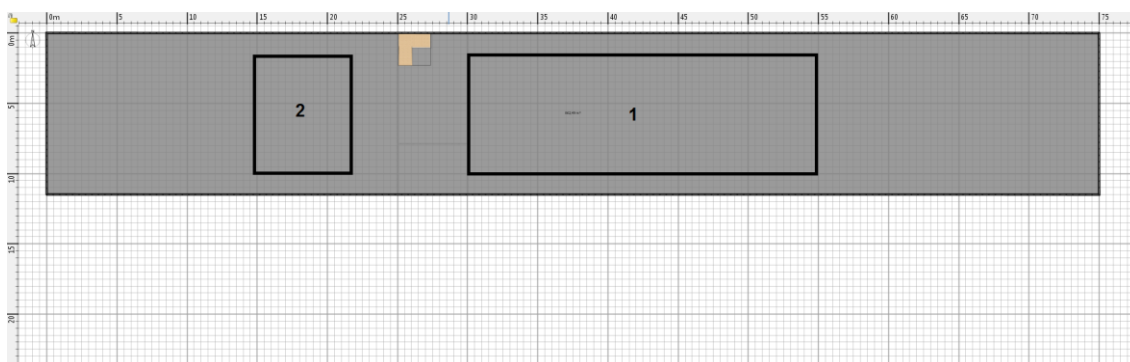


Figura 8.3 Cave

## 8.2 Baterias

Nesta *backshop* é feita a manutenção, reparação e recarregamento de baterias ácidas e alcalinas das aeronaves. Ao contrário das baterias alcalinas que quase não libertam gases durante a sua manutenção, as baterias ácidas caracterizam-se por durante este processo libertarem gases tóxicos e corrosivos, devendo por isso ter-se em atenção em que condições a sua manutenção, reparação ou carregamento é efetuado.

### 8.2.1 Requisitos

A Aerotécnica realiza manutenção de baterias ácidas e alcalinas. Devido às propriedades de cada um dos tipos de baterias estas exigem áreas separadas de manutenção e armazenamento, cada uma das áreas devem ser bem ventiladas devido aos gases muitas vezes libertados durante a manutenção.

A dimensão da secção passa por ser definida com base numa boa acomodação de todos os equipamentos necessários à manutenção e armazenamento das diferentes baterias. Os valores de temperatura e humidade apresentados pelo fabricante no manual de manutenção devem ser aplicados de forma a garantir que não há deterioração das baterias. A temperatura aconselhada ronda varia entre os 20°C e os 25°C, uma temperatura confortável para os operadores que realizam o trabalho. O chão da secção para além de ser lavável deverá incluir também sistemas de drenagem dada a necessidade de fazer o tratamento dos efluentes resultantes deste processo.

Como as baterias são relativamente pesadas, a localização desta secção terá de ser no piso 0 para um manuseamento e deslocação mais fácil, é conveniente que esteja localizada perto dos locais de armazenamento e montagem e longe de áreas que criem muita sujidade. O sistema de ventilação desta secção terá de ser feito individualmente e diretamente para o exterior do hangar, esta medida garante que não há o mínimo de contágio de pequenos pedaços de sujidade que migrem de umas secções para outras.

### 8.2.2 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 6 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia.

Em termos de regulamentação de pessoal, o operador que realizar a manutenção de baterias deve usar os métodos, técnicas e práticas descritas nos manuais de manutenção fornecidos pelo fabricante.

### 8.2.3 Hipótese de Solução



Figura 8.4 Ilustração 3D da Secção das Baterias

Como podemos observar na Figura 8.4, as zonas de manutenção das baterias ácidas e alcalinas estão separadas fisicamente mas contidas no interior da secção eléctrica, tal localização satisfaz os requisitos apresentados anteriormente.

No interior de cada secção encontra-se todo o material necessário à manutenção e armazenamento das baterias, tal como ferramentas, instrumentos especializados, estantes, etc.

## 8.3 Sistemas Eléctricos

É na secção eléctrica que se realiza a manutenção de magnetos, motores de arranque (starter-generators) e alternadores. Contida nesta secção encontram-se também as duas áreas de manutenção a baterias.

Os magnetos são geradores eléctricos capazes de criar pulsos de alta tensão que por sua vez acionam as velas de ignição produzindo a faísca necessária à ignição dos motores de combustão interna presentes nas aeronaves. O Grupo 7Air está certificado a fazer manutenção a magnetos da CONTINENTAL (series S20/S-200, S-1200, D-2000/D3000) e da UNISON SLICK (series 4300 e 6300). (Continental Ignition Systems, 2011, p. 1)

Os starter-generators funcionam como motor de arranque e como gerador, inicialmente a sua função é gerar binário para o arranque do motor, a partir do momento que este está em funcionamento o dispositivo passa funcionar de forma inversa e transforma a energia mecânica do motor em energia eléctrica.

Um alternador é um gerador de energia eléctrica do tipo alternada (AC) que está conectado ao motor, este transforma a energia mecânica vinda do motor em energia eléctrica

por indução eletromagnética. Atualmente existem alternadores de corrente contínua (DC), maioritariamente utilizados em pequenas aeronaves, estes tem o mesmo princípio de funcionamento de um alternador AC com a diferença de fazerem a retificação da corrente antes de esta sair do alternador, ou seja, o alternador produz uma corrente do tipo alternada que mais tarde por via de um retificador de corrente passa a contínua. A função do alternador é carregar as baterias e alimentar os equipamentos eléctricos instalados na aeronave.

### 8.3.1 Requisitos

Dado que os magnetos, starter-generators e alternadores realizam manutenção na mesma secção assume-se que as condições de temperatura, humidade e luminosidade são iguais para todos os componentes, devendo ser controladas. Por se tratar de um trabalho muitas vezes minucioso as condições de luminosidade devem ser excelentes.

Cada componente deverá ter uma área de trabalho diferente, cada área deve apresentar todas as condições de trabalho para que este ocorra de forma segura para pessoal e equipamento. Por se tratar de uma secção com elevado risco de choque para o trabalhador, este deve ter sempre em atenção de colocar todo o equipamento que esteja a ser testado sobre superfícies de borracha ou que eliminem o risco de choque.

Quando a intenção for o armazenamento do equipamento este deve ser feito num recipiente capaz de evitar que qualquer tipo de dano ou contaminação entre o período de armazenamento e a instalação na aeronave.

Esta secção deverá ter acesso interno à Sofinare.

### 8.3.2 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 6 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento Nº 1321/2014 da União Europeia.

A reparação e manutenção de componentes eléctricos só pode ser realizada por técnicos que tenham no mínimo uma licença de manutenção aeronáutica de categoria B1, conforme o ponto 2 do parágrafo 66.A.20:

“As licenças de manutenção aeronáutica de categoria B1 autorizam os seus titulares a emitir certificados de aptidão para serviço e a atuar na qualidade de pessoal de apoio B1, na sequência de:

- Operações de manutenção da estrutura, dos grupos motopropulsores ou dos sistemas mecânicos e eléctricos das aeronaves,
- Intervenções em sistemas aviónicos que exigem apenas testes simples para comprovar o seu bom funcionamento e não exigem resolução de avarias.

A categoria B1 inclui a subcategoria A correspondente.” (Comissão Europeia, 2014, p. 87)

### 8.3.3 Hipótese de solução

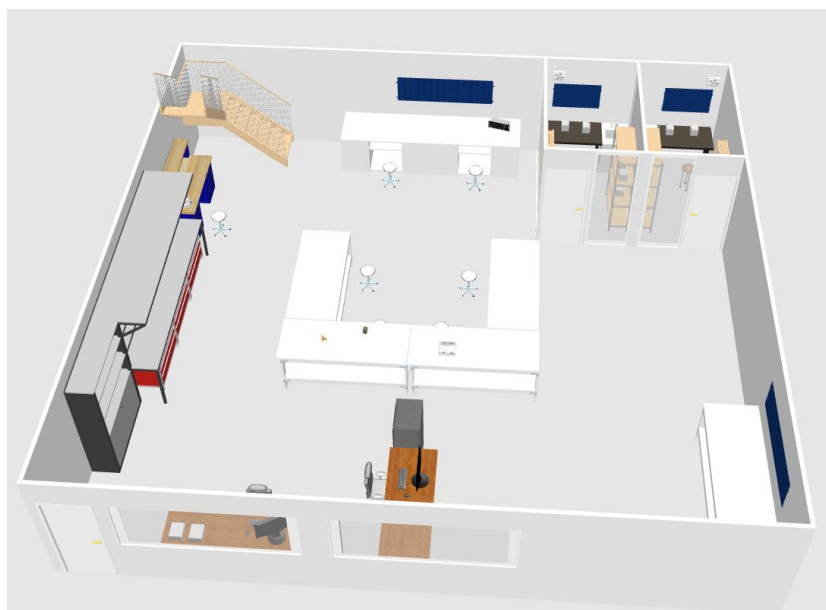


Figura 8.5 Ilustração 3D da Secção Elétrica

Conforme é visível na Figura 8.5 existem diversas áreas de trabalho no interior desta *backshop*, desde áreas de manutenção de magnetos, starter-generators e alternadores a zonas de pequenas reparações elétricas. Em anexo estarão disponíveis plantas que identificam cada uma das áreas de trabalho.

## 8.4 Ensaios Não Destrutivos

Os ensaios não destrutivos (END) são realizados em materiais novos e usados, de forma a verificar a existência ou inexistência de descontinuidades e/ou defeitos sem que as suas propriedades físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais sejam alteradas. Sendo assim estes ensaios inserem-se numa política de controlo de qualidade, tendo como finalidade determinar a qualidade dos materiais, peças ou equipamentos com vista à sua aceitação ou rejeição. Existem vários tipos de ensaios não destrutivos tais como: inspeções visuais (IV), líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrassom, raio x, raio gama, correntes induzidas, termografia, etc. (Metalcheck, s.d.) O Grupo 7Air, para além da IV, realiza 4 tipos de ensaios não destrutivos: líquidos penetrantes, partículas magnéticas, correntes induzidas e ultrassom.

O ensaio por líquidos penetrantes é um processo não destrutivo de localização de defeitos superficiais nos materiais sólidos e não porosos, aproveitando o fenómeno de capilaridade. Trata-se, portanto, de um ensaio superficial de inspeção indireta já que utiliza um penetrante que se introduz nos defeitos superficiais, o qual após a aplicação de um revelador, mostra, de uma forma clara, esses defeitos.

O ensaio por partículas magnéticas consiste em submeter uma peça, ou parte dela, a um campo magnético. Na região magnetizada da peça, as descontinuidades existentes irão causar um campo de fuga do fluxo magnético. Sendo assim a aplicação de partículas ferromagnéticas provocará a aglomeração das mesmas nestes campos de fuga, uma vez que serão por eles atraídas devido ao aparecimento de polos magnéticos. A aglomeração indicará o contorno do campo de fuga, sendo que a partir daí é visualizado o formato e extensão da descontinuidade.

O ensaio por correntes induzidas consiste em induzir num componente/material, previamente identificado, uma corrente de valor conhecido deslocando em simultâneo uma sonda ao longo da superfície do mesmo. A conjugação da indução da corrente no componente com o movimento de deslocamento da sonda leva à criação de um gráfico posteriormente representado num equipamento adequado. O valor da corrente induzida que é recebido depende de dois fatores: da corrente aplicada ao componente e da existência ou não de fissuras. Sendo que fissuras (superficiais ou em profundidade) provocam alterações nas propriedades eletromagnéticas do material que tem como consequência uma alteração do valor medido da corrente induzida.

A utilização de ultrassons como método de ensaio não destrutivo, baseia-se na transmissão de ondas sonoras de elevada frequência num material que constitui a peça a ensaiar, as quais são refletidas ao incidirem numa superfície de separação entre dois meios com características acústicas diferentes (interface), como por exemplo, a superfície de uma descontinuidade. As reflexões, quando recebidas permitem detetar e localizar na peça os refletores, através do conhecimento do tempo de percurso, velocidade de propagação do som e ângulo de emissão.

### 8.4.1 Requisitos

Os requisitos ao nível das instalações variam consoante o equipamento que é utilizado em cada teste, contudo as recomendações dos fabricantes dos equipamentos de inspeção devem ser sempre respeitadas.

Com o avanço da tecnologia muitos equipamentos utilizados ao nível dos ultrassons e das correntes induzidas passaram a ser portáteis, o que os torna altamente versáteis. Sendo assim, de modo geral, não necessitam de especial preparação do espaço onde o teste irá ser realizado. Aquando da realização do ensaio os equipamentos devem: estar firmemente apoiados de forma a prevenir qualquer tipo de avaria resultante de uma queda; estar o máximo salvaguardado de possíveis salpicos de água ou qualquer outra substância; evitar rápidas variações de temperatura por fim, devem ainda ser operados longe de qualquer tipo de equipamento elétrico capaz de interferir com o circuito interno do aparelho.

Ao contrário do que acontece com os ultrassons e com as correntes induzidas, a realização dos ensaios por líquidos penetrantes e partículas magnéticas requerem uma área

dedicada. Esta área deve permitir ao operador completa mobilidade e liberdade de movimentos durante a realização do ensaio.

Dada a minuciosidade do processo esta secção deve estar localizada numa zona de menor afluência quer de pessoal quer de ruído.

#### 8.4.2 Legislação

Conforme o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia, ponto 145.A.30 relativo a exigências ao nível do pessoal, alínea (f):

“A entidade deve assegurar que o pessoal que realiza e/ou controla um ensaio de aeronavegabilidade permanente e não destrutivo das estruturas e/ou dos componentes de aeronaves está devidamente qualificado para o ensaio em questão, em conformidade com a norma europeia ou outra norma equivalente reconhecida pela Agência. O pessoal que desempenha qualquer outra tarefa especializada deve estar devidamente qualificado, em conformidade com as normas oficialmente reconhecidas.”

Após novembro de 2004 todas as examinações realizadas aos operadores de ensaios não destrutivos devem ser conduzidas por pessoal ou organizações controladas por um “National Aerospace Non Destructive Testing Board (NANDTB), cumprindo assim com os requisitos da European Aviation Safety Agency (EASA). Em Portugal essa examinação compete ao Comité Aeroespacial Nacional de Ensaos Não Destrutivos (CANEND), fundada a março de 2006.

O objetivo principal da atuação do CANEND é o reconhecimento das organizações que prestam serviços de qualificação aos operadores de NDT de acordo com a norma europeia EN 4179, garantindo desta forma o cumprimento da regulamentação aeronáutica.

A qualificação dos técnicos em NDT divide-se em três níveis:

- Nível 1: os técnicos certificados estão em condições de realizar ensaios não destrutivos, de acordo com instruções escritas, sob a supervisão de técnicos de Nível 2 ou 3, com certificação nível 1 os técnicos podem ser autorizados pelo empregador a:
  - Ajustar o equipamento;
  - Realizar os ensaios de acordo com instruções detalhadas;
  - Registrar e classificar os resultados face a critérios escritos;
  - Reportar os resultados em formato pré-estabelecido.
- Nível 2: os técnicos certificados estão em condições de realizar ensaios não destrutivos, de acordo com procedimentos estabelecidos ou reconhecidos, com certificação nível 2 os técnicos podem ser autorizados pelo empregador a:
  - Escolher a técnica de NDT a aplicar no ensaio;
  - Definir os limites da aplicação do método de ensaio;
  - Elaborar instruções escritas, adaptadas às condições reais de trabalho, com base em códigos, normas, especificações e procedimentos;
  - Preparar e adequar o equipamento ao método de ensaio;
  - Realizar e supervisionar ensaios;
  - Interpretar e avaliar os resultados de acordo com códigos, normas, especificações e procedimentos aplicáveis;
  - Executar e supervisionar todas as tarefas de nível igual ou inferior ao Nível 2;
  - Orientar pessoal de nível igual ou inferior ao Nível 2;
  - Organizar e redigir relatórios de ensaio.
- Nível 3: os técnicos certificados têm competência para realizar qualquer operação NDT para a qual estão certificados e demonstram um conhecimento geral de outros métodos NDT, com certificação nível 3 os técnicos podem ser autorizados pelo empregador a:
  - Assumir inteira responsabilidade pelas instalações de ensaio ou centros de exame e seu pessoal;
  - Estabelecer, rever e validar instruções e procedimentos NDT;
  - Interpretar normas, códigos, especificações e procedimentos;
  - Selecionar os métodos, procedimentos e instruções NDT a serem utilizados para um ensaio específico;
  - Executar e supervisionar todas as atividades de Níveis 1 e 2;
  - Orientar pessoal NDT de todos os níveis;
  - Avaliar e interpretar resultados em termos de códigos, normas, especificações e procedimentos;
  - Estabelecer critérios de aceitação, quando não disponíveis.

### 8.4.3 Hipótese de Solução

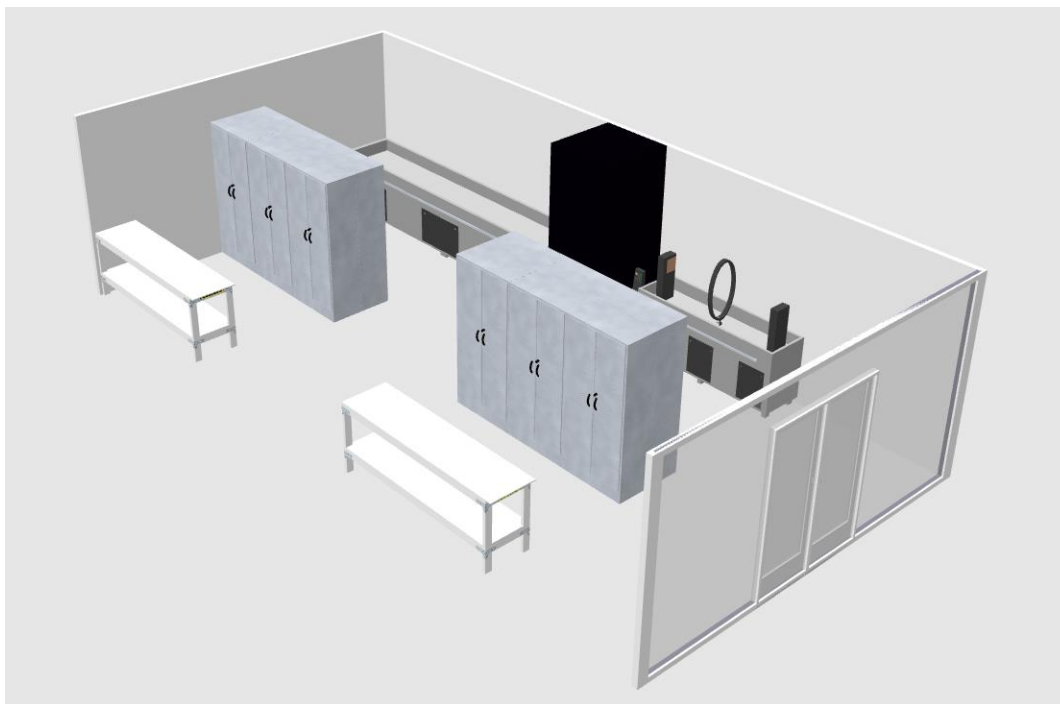


Figura 8.6 Ilustração 3D da Secção Ensaios Não Destrutivos

Como é possível observar na Figura 8.6, nesta secção existem 4 áreas de trabalho distintas, uma por cada tipo de ensaio realizado. Devido à natureza dos ensaios por ultrassons e correntes induzidas as suas áreas de trabalho resumem-se a bancadas de trabalho e às respectivas áreas de armazenamento.

Os líquidos penetrantes e as partículas magnéticas partilham uma etapa dos respetivos ensaios, a inspeção numa câmara escura sob luz ultravioleta, câmara essa visível na Figura 8.6 entre os respetivos equipamentos.

Em anexo seguem plantas que identificam cada uma das áreas de trabalho bem como todos os equipamentos e consumíveis utilizados.

## 8.5 Estruturas

As estruturas aeronáuticas dividem-se em três tipos: primárias, secundárias e terciárias. As estruturas primárias são aquelas que contribuem significativamente para a resistência às cargas de voo, solo e pressurização (se aplicável). São estruturas críticas para a segurança da aeronave, isto é, a sua falha compromete a integridade estrutural da aeronave, são exemplo dessas estruturas as asas, a fuselagem e o trem de aterragem. As estruturas secundárias são aquelas que a sua falha afeta a operação da aeronave mas não a sua integridade estrutural. São estruturas tipicamente tolerantes ao dano que transferem as cargas para as estruturas primárias. As estruturas terciárias são estruturas/componentes não relevantes em

termos de aeronavegabilidade, não obrigando a operações de reparação imediata, são exemplo desse tipo de estruturas as portas internas da aeronave.

O dano às estruturas da aeronave é muitas vezes causado pela corrosão, excesso de carga, *stress* e acidentes. Existem numerosos e variados métodos de reparação metálica contudo não existe um método geral que se aplique a todos os casos, inclusive o mesmo método pode dar origem a estruturas ligeiramente diferentes. (Federal Aviation Administration, 2012, pp. 4-2)

Nesta secção são realizados trabalhos de reparação estrutural, recorrendo a processos de quinagem, dobragem, enrolamento, estampagem ou prensagem, em estruturas semi-monocoque metálicas, com revestimento a tela e manufaturados pequenos componentes estruturais.

### 8.5.1 Requisitos

A secção de reparação estrutural deve dispor de todas as ferramentas específicas necessárias à execução dos trabalhos, tais como quinadeiras, rolos e prensas, bem como todos os manuais de reparações estruturais dos fabricantes. Estas ferramentas e manuais devem estar localizados num armazém de acesso controlado.

### 8.5.2 Legislação

Quando se requer uma reparação estrutural, esta só deve ser executada quando prevista no Manual de Reparação Estrutural (MRE). Caso contrário, deverá ser submetida ao fabricante, para apreciação, uma proposta de reparação ou, deverão ser pedidas instruções de carácter temporário para realizar a reparação em causa. A ANAC/EASA é sempre mantida informada das ações desenvolvidas e respetivas conclusões.

Para reparações que alterem o peso, as características de voo, ou o comportamento eletromagnético e de comunicações da aeronave, é preciso um projeto de reparação a ser realizado por uma empresa certificada como DOA e com o âmbito adequado ao efeito e nestas circunstâncias é obrigatório fazer uma comunicação de ocorrência à ANAC. Porém, fora destes condicionalismos, se uma aeronave apresentar necessidade de ser reparada estruturalmente, será constituído um processo de registo das atividades de reparação, através da elaboração de uma Ordem Técnica de Engenharia. Nessa ordem técnica deverão constar, de modo sucinto, a zona ou zonas de intervenção, a descrição dos trabalhos, o tipo de reparações a efetuar, os tipos de materiais e até os rebites usados. (Aerotécnica, 2007, p. 3)

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 6 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia.

### 8.5.3 Hipótese de Solução



Figura 8.7 Ilustração 3D da Secção das Estruturas

Como é possível observar na Figura 8.7, nesta *backshop* existem áreas de trabalho distintas, cada uma equipada com ferramenta e equipamentos adequados. É possível ainda observar um armazém onde serão armazenados todos os manuais e ferramentas específicas, o acesso a esta zona será controlado.

Em anexo seguem plantas que identificam cada uma das áreas de trabalho bem como todos os equipamentos utilizados.

## 8.6 Maquinação

Os processos de maquinação alteram a geometria do material através de forças aplicadas por ferramentas adequadas. Vários fatores devem ser considerados quando se escolhe um processo de maquinação, como por exemplo, forma e dimensão da peça, material a ser trabalhado, quantidade de peças a serem produzidas, etc.

Os principais processos de corte por arranque de aparas são: o torneamento, o fresamento e a furação. O torneamento consiste em utilizar uma ferramenta cortante para se obter determinadas superfícies. A peça gira em torno de um eixo principal da máquina deslocando a ferramenta em simultâneo, podendo ser a trajetória da ferramenta ser retilínea ou curvilínea. O fresamento tem como objetivo a obtenção de superfícies com o auxílio de ferramentas geralmente multicortantes. A ferramenta gira e a peça ou ferramenta desloca-se na trajetória desejada formando assim superfícies planas com a forma desejada. A furação tem por objetivo abrir, alargar ou acabar furos de peças. Os furos podem ser produzidos em dimensões que variam desde poucos milímetros até vários centímetros de diâmetro. A ferramenta utilizada neste processo chama-se broca, esta tem um movimento de rotação

contínuo com velocidade controlada e um movimento retilíneo uniforme segundo o movimento da furação.

Para efeitos de medição das peças produzidas utiliza-se um relógio comparador. O comparador é um instrumento de medição por comparação dotado de uma escala e um ponteiro ligados por mecanismos diversos a uma ponta de contacto. As diferenças percebidas pelo aparelho são amplificadas mecanicamente o que fará movimentar o ponteiro consoante a diferença seja positiva ou negativa.

A maquinação CNC, controlo numérico computadorizado, responde à necessidade da indústria de fabricar componentes complexos que seriam difíceis de obter por via dos equipamentos anteriormente descritos. A elevada qualidade tecnológica dos equipamentos e dos meios técnicos associados a este tipo de máquinas permitem o fabrico de componentes de grande complexidade com excelente qualidade superficial e exatidão dimensional.

### 8.6.1 Requisitos

Esta área deve estar equipada com todas as ferramentas e equipamentos especializados descritos anteriormente.

Dada a proximidade desta zona à *backshop* de manutenção de motores, esta secção deve ainda conter uma área de pintura de pequenos componentes, deixando assim de haver a necessidade de deslocação do trabalhador à área de pintura geral de aeronaves para pintar pequenas peças dos motores ou restantes componentes.

### 8.6.2 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 5 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia.

### 8.6.3 Hipótese de Solução

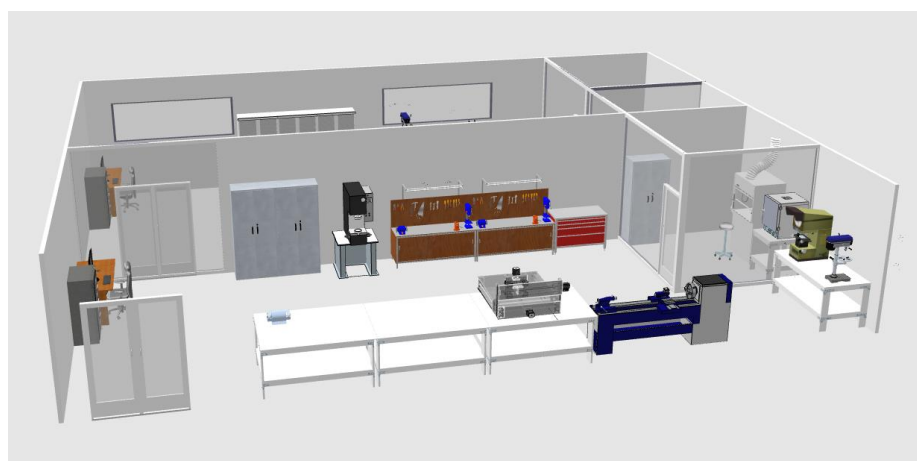


Figura 8.8 Ilustração 3D da Secção da Maquinação

Esta secção está atualmente equipada com todas as ferramentas e maquinaria necessárias desde prensas a uma CNC. Em anexo seguem plantas que identificam cada uma das áreas de trabalho bem como todos os equipamentos e consumíveis utilizados.

## 8.7 Motores

A Aerotécnica está certificada, para a execução de revisões gerais a motores alternativos Lycoming e Continental especificados anteriormente no capítulo 2. Nesta *backshop* realiza-se a manutenção e armazenamento de motores a pistão e carburadores. Os principais serviços realizados são a desmontagem, inspeção, limpeza, reparação, substituição e montagem de componente de motores de aeronaves e seus acessórios. Neste contexto, a Aerotécnica possui toda a informação técnica respeitante aos trabalhos de manutenção, nomeadamente os Manuais de Manutenção dos fabricantes, os Manuais de Reparação, os Programas de Manutenção de Aeronaves, etc.

Dado que a revisão geral dos motores implica a revisão geral de todos os órgãos e seus componentes, justifica-se a execução de revisões gerais aos carburadores dos motores especificados anteriormente. Todas as atividades de manutenção de carburadores são desempenhadas em estrito cumprimento com os manuais do fabricante associado a cada tipo de carburador.

### 8.7.1 Requisitos

Nesta secção devem existir ferramentas específicas para a manutenção de motores tal como todo o conjunto de comparadores, micrómetros, chaves de torque e outras ferramentas calibráveis.

Um motor ou hélice removido da aeronave deve ser montado num suporte e protegido enquanto aguarda pela manutenção ou reparação. Os manuais técnicos dos fabricantes especificam o intervalo de tempo em que após o processo de manutenção ou reparação o motor pode permanecer sem que seja necessário o seu armazenamento num local próprio.

A área deve estar disposta de forma a proporcionar uma boa fluidez dos trabalhos a realizar, assim devem existir três zonas distintas no que toca à manutenção dos componentes: uma área de desmontagem, uma área de inspeção/manutenção e finalmente uma área de montagem.

### 8.7.2 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 5 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento Nº 1321/2014 da União Europeia.

## 8. Secções

---

Em termos de pessoal e conforme o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia, os operadores que realizarem a manutenção devem ter uma licença de categoria B1, subcategoria B1.2 relativa à manutenção de aviões com motor a pistão e seus componentes.

“As licenças de manutenção aeronáutica de categoria B1 autorizam os seus titulares a emitir certificados de aptidão para serviço e a atuar na qualidade de pessoal de apoio B1, na sequência de:

- Operações de manutenção da estrutura, dos grupos motopropulsores ou dos sistemas mecânicos e elétricos das aeronaves;
- Intervenções em sistemas aviónicos que exigem apenas testes simples para comprovar o seu bom funcionamento e não exigem resolução de avarias.

A categoria B1 inclui a subcategoria A correspondente.” (Comissão Europeia, 2014, p. 87)

### 8.7.3 Hipótese de Solução



Figura 8.9 Ilustração 3D da Secção dos Motores

Como é possível observar na Figura 8.9, existe uma plataforma elevatória capaz de fazer chegar os motores ou carburadores às devidas *backshops* de manutenção. Cada área de trabalho está devidamente equipada com ferramentas que permitem levar a cabo as reparações ou manutenções programadas. Existe ainda em cada *backshop* uma área destinada ao armazenamento de manuais de manutenção fornecidos pelos fabricantes.

## 8.8 Óleos

Os óleos podem ser usados como lubrificantes e/ou como fluidos hidráulicos. Uma definição muito geral de lubrificantes resume-se a substâncias colocadas entre duas superfícies móveis ou uma fixa e outra móvel, capazes de formar uma película protetora, reduzindo assim o atrito. A principal função de um fluido hidráulico é de movimentar equipamentos ou ferramentas num dado processo, ou seja, este é responsável pela transmissão de força nas peças internas do sistema como, por exemplo, no trem de aterragem ou nos travões. (Federal Aviation Administration, 2012, pp. 12-2)

### 8.8.1 Requisitos

Dependendo se já foram usados ou não, os óleos têm locais de armazenamento diferentes. Caso sejam novos devem ser armazenados no armazém, caso sejam usados devem ser armazenados na secção dos resíduos até serem removidos por entidades competentes.

O armazenamento dos óleos usados deverá ser efetuado de forma a não provocar qualquer dano para o ambiente nem para a saúde humana e de forma a evitar a possibilidade de derrame, incêndio ou explosão, devendo ser respeitadas as condições de segurança relativas às características que conferem perigosidade aos resíduos.

Os óleos usados devem ser armazenados em equipamentos separados, relativamente a outros resíduos, nomeadamente resíduos facilmente inflamáveis. Os óleos usados devem ser armazenados de forma que não seja possível a sua contaminação, nomeadamente por água ou poeiras. Devem ainda ser armazenados de forma que seja sempre possível detetar derrames e fugas, devendo ser prevista a contenção/retenção de eventuais escorrências/ derrames de modo a evitar a possibilidade de dispersão e de contaminação de solos e águas, os pavimentos das instalações deverão dispor de caleiras.

A identificação dos óleos usados deverá ser efetuada de acordo com as normas e regulamentos em vigor, devendo ser indestrutível, permanente e identificado com toda a clareza o código da Lista Europeia de Resíduos (Portaria nº 209/2004, de 3 de Março), e as características que conferem perigosidade ao resíduo.

Deve ser assegurada a adequada ventilação do local de armazenagem temporária. O sistema de ventilação deverá ser dimensionado de forma a impedir a acumulação de gases inflamáveis em concentrações suscetíveis de causar danos para a saúde humana e para o ambiente. Qualquer local destinado à armazenagem de óleos usados deverá estar devidamente identificado, todos os locais de acesso devem ostentar avisos relativos à proibição de fumar, atear fogo ou utilizar equipamentos suscetíveis de provocar faíscas ou calor.

Quanto aos óleos novos, o seu armazenamento deve ser feito numa zona central com acesso restrito a partir do armazém, esta solução permite, um maior controlo evitando falhas no registo e armazenagem, simplificando a entrada e gestão do *stock*. (Agência Portuguesa do Ambiente, pp. 1-5)

### 8.8.2 Legislação

De acordo com o Decreto-Lei que altera o regime geral da gestão de resíduos (Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2011, p. 3262):

- 1) A gestão de óleos usados rege-se pelo regime jurídico específico sem prejuízo da aplicação do disposto no presente decreto -lei em tudo o que não estiver naquele previsto;
- 2) Entende-se por “óleos usados” quaisquer lubrificantes, minerais ou sintéticos, ou óleos industriais que se tenham tornado impróprios para o uso a que estavam inicialmente destinados, tais como os óleos usados dos motores de combustão e dos sistemas de transmissão, os óleos lubrificantes usados e os óleos usados para turbinas e sistemas hidráulicos;
- 3) Os óleos usados são recolhidos seletivamente sempre que tecnicamente exequível e tratados em conformidade com os princípios da hierarquia de gestão de resíduos e da proteção da saúde humana e do ambiente;
- 4) É proibida a mistura de óleos usados de características diferentes bem como a mistura de óleos usados com outros tipos de resíduos ou substâncias se tecnicamente exequível e economicamente viável e quando a mistura em causa impeça o tratamento dos óleos usados.

Segundo o artigo 17º, ponto 2, do Decreto-Lei acima referido:

- 2) As normas aplicáveis à armazenagem de óleos usados serão definidas através de portaria do Ministro das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

De acordo com a Nota Técnica publicada pelo Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, relativa aos requisitos gerais para a armazenagem de óleos usados:

- 1) Não é permitida a construção e funcionamento de instalações de armazenagem de óleos usados nas seguintes localizações:
  - a) Em áreas sujeitas a inundação, exceto se adotadas medidas tecnicamente eficazes impeditivas daqueles efeitos.
  - b) Em terrenos cujas dimensões, confrontação ou disposição não permitam a aplicação de todos os requisitos abaixo indicados.

### 8.8.3 Hipótese de Solução

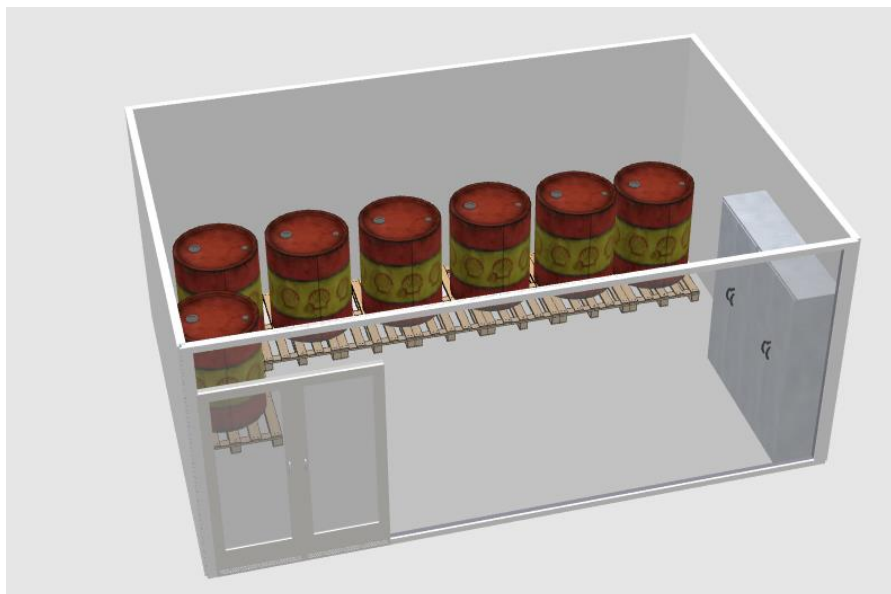


Figura 8.10 Ilustração 3D Secção Armazenamento de Óleos e Lubrificantes

Esta secção estará localizada ao lado do armazém, sendo que a porta de acesso a esta área estará localizada na área restrita do armazém, assim assegura-se que o acesso é devidamente controlado.

## 8.9 Pintura

Nesta secção são realizados trabalhos de repintura em aeronaves e/ou componentes incluindo o tratamento de corrosão.

A pintura é mais do que um processo estético, ela afeta o peso da aeronave e protege a integridade da fuselagem. O acabamento oferece um revestimento que protege as superfícies expostas a processos corrosivos e sujidade.

### 8.9.1 Requisitos

De forma a satisfazer um processo de repintura de aeronaves as instalações têm de cumprir os seguintes requisitos (Aerotécnica, pp. 3-4):

- Proteção contra a chuva, o vento e luz direta do sol;
- Equipamentos de segurança e de proteção de incêndios;
- Tomadas de estática com valores iguais ou inferiores a 200hm;
- Pavimento com desaguamento adequado e bem acabado;
- Instalações limpas e sem poeiras;
- Instalação elétrica compatível com as atividades de repintura e com proteções adequadas;

## 8. Secções

---

- Renovação de ar com uma renovação por hora, suficiente para a eliminação das poeiras de repintura;
- Equipamento de pesagem adequado às quantidades de tinta a preparar;
- Documentação atualizada com as características dos produtos;
- Manómetros calibrados e mangueiras em bom estado;
- Estufa para peças pequenas e painéis de secagem;
- Abastecimento contínuo de ar desumidificado e filtrado;
- Iluminação adequada e com lâmpadas antideflagrantes;
- Equipamento de proteção individual, máscaras e lava-olhos;
- Equipamentos relativos à ventilação, iluminação e isolamento da área de repintura.

### 8.9.2 Legislação

O estudo de implementação de uma secção de pintura é bastante complexo, estudos futuros terão de ser realizados para que esta secção cumpra com toda a legislação em vigor relativa a processos de decapagem e pintura, instalações, pessoal e ambiente.

### 8.9.3 Hipótese de Solução

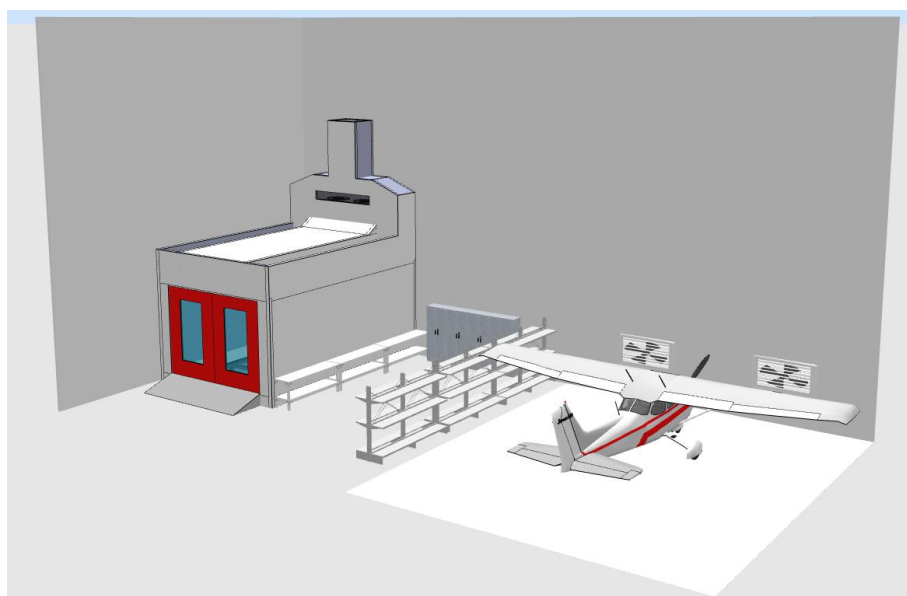


Figura 8.11 Secção de Pintura

Caso haja possibilidade estrutural, isto é, se for possível fazer passar a aeronave entre os pilares da estrutura, a aeronave será pintada conforme a Figura 8.11, caso não seja possível a pintura será realizada na área frontal desta secção, conforme é possível ver na Figura 7.2, com recurso a sistemas isoladores em lona e sistemas de extração e renovação de ar. Os pisos que se encontrarem acima desta área deverão estar colocados a uma altura, no mínimo, de 6 metros.

## 8.10 Resíduos

Na sua atividade diária de manutenção a Aerotécnica produz resíduos que têm de ser eliminados de modo a satisfazer os requisitos legais existentes sobre gestão de resíduos. São exemplo de resíduos produzidos pela atividade de manutenção: pneus gastos, óleos queimados e combustíveis contaminados, baterias inutilizadas, calços de travões, restos de tinta e diluentes, banhos de limpeza e descarbonização, etc. Torna-se assim necessário estabelecer procedimentos para a remoção e/ou eliminação dos resíduos.

Os resíduos industriais são diferenciados em três categorias: resíduos perigosos, resíduos não perigosos e resíduos inertes. O resíduo inerte é todo aquele que não sofre transformações físicas, químicas ou biológicas importantes. O resíduo perigoso é todo aquele que apresenta pelo menos uma das seguintes características: explosivo, inflamável, irritante, tóxico, nocivo, corrosivo, etc. O resíduo não perigoso é todo aquele que não se enquadra na definição de resíduos inertes, nem na definição de resíduos perigosos.

A Aerotécnica não tem capacidade técnica para o processamento dos resíduos que produz, logo esta procede a uma armazenagem preliminar, até que estes sejam recolhidos por uma entidade capaz de proceder à sua eliminação.

### 8.10.1 Requisitos

Dada a incapacidade técnica da empresa na eliminação de resíduos, sempre que seja produzido, durante o processo de manutenção, qualquer tipo de resíduo, este tem de ser separado e armazenado por categoria semelhante, numa área de segregação destinada ao efeito. Devem permanecer nesta área até que as entidades encarregadas da sua remoção os transportem para eliminação conveniente.

Os óleos de motores, de transmissões e de lubrificação devem ser armazenados em bidões destinados ao efeito de forma a evitar qualquer derrame e conseqüente contaminação do meio, caso o derrame seja impossível de conter o local de armazenamento deve estar equipado com um sistema drenante adequado para os óleos que vertem.

Deverá existir um sistema de registo para uma adequada planificação da gestão dos resíduos de forma a evitar a sua acumulação no hangar, bem como uma apropriada etiquetagem dos diferentes contentores e recipientes.

Esta secção deverá estar localizada numa zona privilegiada que faculte acessos exteriores que permitam a remoção dos resíduos do hangar de uma forma simplificada.

### 8.10.2 Legislação

O decreto-lei que altera o regime geral da gestão de resíduos (Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2011), vem clarificar conceitos chave, como as definições de resíduo, prevenção, reutilização, preparação para a reutilização, tratamento e reciclagem.

Esta clarificação contribui para uma contínua atualização do regime às novas necessidades da sociedade e melhoria contínua do sistema de prevenção e gestão de resíduos.’

Segundo o artigo 5º, ponto 1, do decreto-lei acima referido, a responsabilidade pela gestão dos resíduos, incluindo os respetivos custos, cabe ao produtor inicial dos resíduos. O ponto 5 esclarece que o produtor pode para o tratamento dos resíduos recorrer: a um comerciante, a uma entidade licenciada que execute operações de recolha ou tratamento de resíduos, a uma entidade licenciada responsável por sistemas de gestão de fluxos específicos dos resíduos.

Ao nível dos resíduos perigosos, segundo o artigo 48º, ponto 1, alínea (b), a Aerotécnica está sujeita à inscrição e registo de dados no Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER) por ser um estabelecimento que produtor de resíduos perigosos. O SIRER agrega, nomeadamente, a seguinte informação prestada pelas entidades sujeitas a registo:

- a) Origens discriminadas dos resíduos;
- b) Quantidade, classificação e destino discriminados dos resíduos;
- c) Identificação das operações efetuadas;
- d) Identificação dos transportadores.

### 8.10.3 Hipótese de Solução

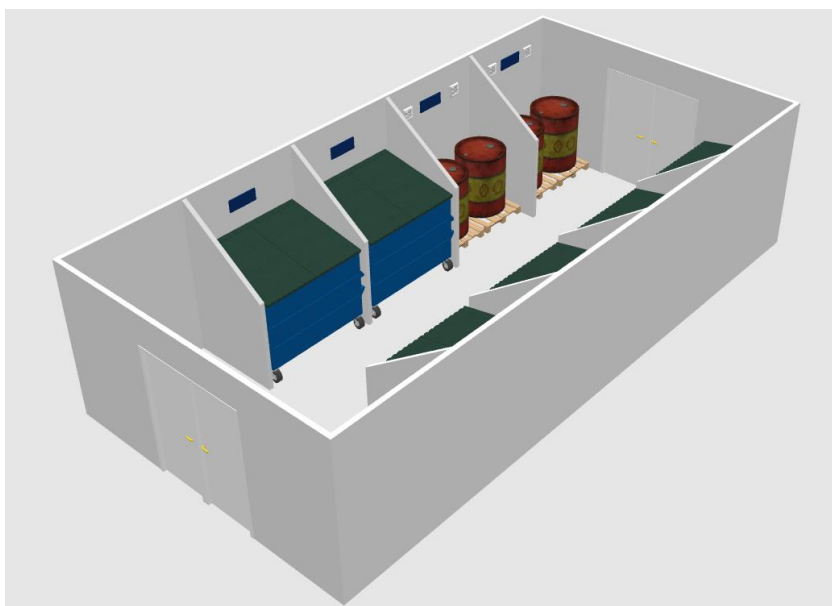


Figura 8.12 Ilustração 3D da Secção dos Resíduos

Conforme podemos ver na Figura 8.12 existem espaços segregados para cada tipo de resíduo, contudo deverão ser estabelecidas regras quanto à possibilidade de os misturar de forma a aumentar a eficiência do armazenamento, garantindo sempre que a segurança não foi negligenciada. Antes de se proceder à mistura de resíduos, deverá ser assegurada, mediante ensaios prévios, a sua compatibilidade.

Esta secção estará localizada no lado sul do hangar que é servido pela estrada Rua Bartolomeu de Gusmão visível na Figura 7.1, o que facilita a remoção dos resíduos do hangar.

## 8.11 Serralharia

As matérias-primas utilizadas neste processo consistem essencialmente em chapas, barras, perfis e tubos em aço inox, ferro e alumínio.

Existem diversas etapas do ciclo produtivo desta secção: armazenagem inicial das matérias-primas, maquinagem, possível processo de soldadura, preparação de superfícies, desgorduramento e lavagem, acabamento de superfícies e um possível embalamento do produto.

A armazenagem engloba as operações de receção de matéria-prima, acessórios e produtos químicos envolvidos em todo o processo. A maquinagem desta área consiste em cortes térmicos, por exemplo oxicorte<sup>4</sup>, ou cortes mecânicos, por exemplo guilhotina ou serrote. A soldadura é um processo de união de material feita de modo a dar forma à peça desejada. A preparação de superfícies é efetuada lixando, polindo, rebarbando e limando os excessos de solda e as partes não conformes. O desgorduramento e lavagem são processos usados quando o material base da peça fabricada é o alumínio, este processo tem como objetivo a preparação da peça para o acabamento, sendo a peça submetida a uma etapa de desgorduramento associado a uma posterior lavagem. O processo de acabamento de superfícies recorre a diversas técnicas em função do material da peça a tratar, no caso das peças em inox, esta operação de acabamento de superfície é muitas vezes dispensada. No entanto, quando tal não acontece, recorre-se geralmente ao polimento, mecânico. No que diz respeito a peças em ferro, o acabamento dado pode incluir um processo de pintura, antecedido por uma limpeza mecânica de forma a remover resíduos das superfícies a pintar. O embalamento acontece quando a peça fabricada não é para utilização imediata na manutenção. (Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e afins de Portugal, 2015)

### 8.11.1 Requisitos

Inicialmente as matérias-primas estão sujeita a uma armazenagem logo os produtos devem ser armazenados consoante a sua natureza e/ou características intrínsecas numa área segregada dos locais de trabalho.

Na serralharia deve estar presente uma secção de soldadura.

### 8.11.2 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 5 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento Nº 1321/2014 da União Europeia.

---

<sup>4</sup> Processo de corte com base na combustão localizada do aço. (Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica, s.d.)

### 8.11.3 Hipótese de Solução

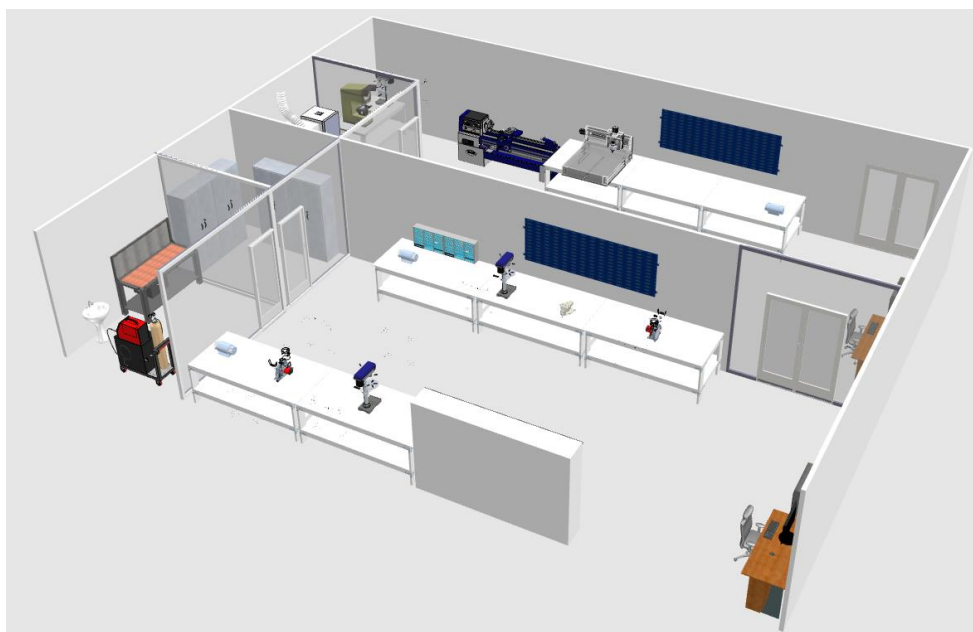


Figura 8.13 Ilustração 3D da Serralharia

A serralharia é uma secção que gera bastantes resíduos, alguns deles perigosos, sendo assim, conforme podemos ver na Figura 8.13, esta secção está disposta num canto do hangar de forma a haver um controlo maior destes resíduos e de ser difícil a sua proliferação para áreas em que este pode causar danos.

## 8.12 Sofinare

A Sofinare apresenta-se como uma entidade com capacidade para proceder a reparações, inspeções e manutenção de equipamentos eléctricos e electrónicos presentes nas aeronaves vulgarmente chamados de aviónicos.

Devido ao crescimento da informação fornecida ao piloto, os aviónicos tendem a ser cada vez mais complexos do ponto de vista tecnológico. Como resultado o antigo painel na frente do cockpit com uma variedade de instrumentos individuais tem vindo a evoluir para um sofisticado computador de interface digital.

Existem três tipos básicos de instrumentos: os instrumentos de voo, os instrumentos de navegação e os instrumentos do motor. Normalmente existem duas partes em qualquer instrumento, uma que faz a captação da informação e outra que faz a sua exibição. Os instrumentos de voo são usados para controlar a atitude do voo, os instrumentos de navegação são aqueles que dotam o piloto da informação necessária para que este mantenha a aeronave numa determinada rota e por fim os instrumentos do motor são aqueles que foram projetados para informar o piloto dos parâmetros operacionais do motor da aeronave.

### 8.12.1 Requisitos

A Sofinare dispõe de uma componente comercial que trabalha de forma independente da Aerotécnica, os clientes devem ter acesso privilegiado à empresa, acesso esse que deverá ser feito pela receção do hangar sem que seja possível a entrada nas restantes áreas de trabalho.

Deve existir ainda uma área administrativa relativa à Parte 21, onde é realizada a certificação de alterações e reparações a aeronaves relacionadas com a instalação de aviónicos, estruturas, sistemas eléctricos, interiores de cabines ou outros equipamentos interiores (European Commission, 2012). Esta área deve estar equipada com um arquivo e uma sala de reuniões onde seja possível rever trabalhos, receber clientes, etc.

A sala de manutenção deve ter condições de luminosidade adequadas à minúcia do trabalho realizado, a luz natural é preferível contudo esta deve também estar equipada com um sistema de iluminação LED que permita uma visibilidade excelente independentemente das condições climatéricas.

Devido à natureza dos aviónicos, dispositivos electrostaticamente sensíveis (ESD), toda a área de manutenção e armazenamento deve ser levada ao potencial terra, estando equipado portanto com superfícies de contacto condutoras e vias de escoamento à terra para as descargas, onde se inclui bancadas de trabalho, pavimento e recipientes de armazenamento. Além de linhas de corrente eléctrica adequadas aos equipamentos a operar as bancadas de trabalho devem estar equipadas com linhas de vácuo e ar comprimido.

Devido à natureza minuciosa de alguns equipamentos esta secção deverá estar equipada com uma sala limpa que tenha capacidade de providenciar uma zona de trabalho praticamente livre de partículas em suspensão.

Por se tratar de uma área de trabalho específica esta deve estar munida com um armazém próprio onde se verifiquem níveis de *stock* adequados para a realização dos trabalhos de manutenção.

### 8.12.2 Legislação

A legislação relativa às instalações associada a esta secção está descrita no capítulo 5 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia. A referir fica o ponto 2 da alínea (a) que diz:

“ Para a manutenção de componentes de aeronaves, devem existir oficinas com espaço suficiente para acomodar componentes durante as operações de manutenção previstas.”

Em termos de pessoal e conforme o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia, ponto 145.A.30 relativo a exigências ao nível do pessoal:

“As licenças de manutenção aeronáutica de categoria B2 autorizam os seus titulares:

- i) A emitir certificados de aptidão para serviço e a atuar na qualidade de pessoal de apoio B2, na sequência de:
  - Operações de manutenção dos sistemas aviónicos e elétricos, e
  - Intervenções em sistemas elétricos e aviónicos de grupos motopropulsores ou de sistemas mecânicos que exigem apenas testes simples para comprovar o seu bom funcionamento, e
- ii) A emitir certificados de aptidão para serviço na sequência de pequenas operações de rotina de manutenção de linha e retificação de falhas simples, no âmbito das tarefas especificamente averbadas na autorização de certificação referida no ponto 145.A.35 do anexo II (parte 145). Esta prerrogativa de certificação limita-se às operações que o titular da licença já tenha realizado pessoalmente ao serviço da entidade de manutenção que emitiu a autorização de certificação e às qualificações já averbadas na licença de categoria B2.”

### 8.12.3 Hipótese de Solução



Figura 8.14 Ilustração 3D da Sofinare

Como podemos visualizar na Figura 8.14, a Sofinare estará equipada com diversas áreas de trabalho: uma área de manutenção, composta por quatro bancadas; uma área de administração e arquivo; uma sala de reuniões; um armazém e por fim uma sala limpa. A sala limpa não é mais do que um laboratório de trabalho com ambiente controlado onde se é capaz de mensurar o tamanho das partículas em suspensão. O acesso a esta sala é controlado e feito através de ambientes intermediários como é o caso da cabine de descontaminação presente na Figura 8.14 entre o armazém e a sala limpa. As classificações das salas limpas, presentes na norma ISO 14644<sup>5</sup>, são feitas com base na concentração de partículas em suspensão.

---

<sup>5</sup> Cleanrooms and associated controlled environments.

De modo a proteger adequadamente os dispositivos electrostaticamente sensíveis devem ser tomadas as seguintes precauções:

- Desenergizar ou desligar, todas as fontes de potência e de sinal, e cargas usadas com o dispositivo;
- Colocar os dispositivos numa superfície de trabalho condutora;
- Quando armazenados devem ser colocados em prateleiras isoladas ou assentes em superfícies condutoras ligadas à terra;
- Ligar o operador à terra, através de uma fita condutora ligada à mão, ou utilizando outro dispositivo que use uma resistência em série de 470 K $\Omega$  ou 1M $\Omega$  para proteger o operador

Sempre que dispositivos electrostaticamente sensíveis ou seus conjuntos estão desinstalados na unidade, devem estar colocados em superfícies de trabalho ou embalagens condutoras. Sempre que um dispositivo ou seus conjuntos, são inseridos ou removidos numa embalagem, o operador deve manter contacto com a parte condutora do contentor. Nunca usar sacos de plástico para estes dispositivos, a não ser que tenham sido impregnados de qualquer substância condutora.

Está ainda presente nesta secção uma sala limpa que deverá ser alvo de estudo em projetos posteriores a esta dissertação.

## 8.13 Tratamentos Químicos

A estrutura de uma aeronave é feita basicamente de metal, a forma mais comum de estas estruturas serem danificadas é por via da corrosão. As estruturas devem, desde o momento da sua fabricação, ser protegidas de alguma forma do ambiente em que vão operar. Esta proteção pode ser criada com base no contacto de alguns elementos com a superfície do metal, criando uma camada resistente à corrosão ou adicionando uma camada de revestimento.

Os tratamentos às superfícies podem também ter outros objetivos que não o combate à corrosão, por exemplo, um tratamento de preparação para pintura ou uma simples limpeza, a Aeronáutica passará a utilizar tratamentos químicos por anodização e cadmiagem.

A anodização é um tratamento químico que forma sobre a superfície do alumínio uma camada de óxido de espessura determinada, é um processo eletrolítico que garante que a camada gerada fornece uma maior proteção do alumínio contra a corrosão resultantes da sua exposição a ambientes agressivos. A espessura da camada de óxido determina a classe do processo. Classes menores resultam em superfícies para baixa exposição a ambientes agressivos e normalmente são de aplicação exclusivamente interior/decorativa, classes superiores resultam em superfícies de aplicação exterior ou em ambientes extremamente agressivos.

A cadmiagem consiste em revestir uma peça com uma fina camada de cádmio, esta camada confere aos materiais: resistência à corrosão, compatibilidade galvânica com o alumínio, excelente simbiose com lubrificantes, etc.

### 8.13.1 Requisitos

Esta secção gera efluentes que devem ser tratados de forma adequada, para isso deve ser implementado um sistema de tratamento de efluentes de forma a fazer cumprir os requisitos ambientais associados a este tipo de atividade.

As áreas de anodização e cadmiagem devem ser separadas, devem ainda permitir um bom manuseamento dos equipamentos associados ao processo de tratamento.

### 8.13.2 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 5 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia.

O processo de cadmiagem, é bastante nocivo para a saúde dada a toxicidade do cádmio, contudo a sua utilização é ainda permitida na manutenção aeronáutica conforme o Regulamento Europeu N°1907/2006, anexo XVII, ponto 23, condição de limitação 7:

“Todavia as restrições previstas nos nºs 5 e 6 não são aplicáveis:

- Aos artigos e componentes de artigos utilizados nos sectores aeronáutico, aeroespacial, mineiro, "offshore" e no sector nuclear, cujas aplicações requerem um elevado grau de segurança, assim como aos órgãos de segurança dos veículos rodoviários e agrícolas, comboios e barcos.” (Parlamento Europeu, 2006, p. 420)

### 8.13.3 Hipótese de Solução

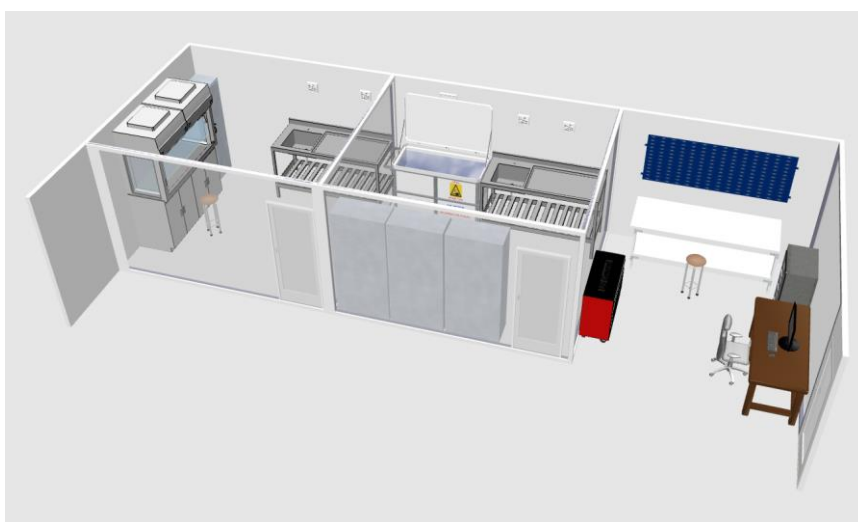


Figura 8.15 Ilustração 3D da Secção dos Tratamentos Químicos

Esta área está munida de secções separadas consoante o tratamento a aplicar, havendo uma área de preparação comum. Em anexo seguem plantas que identificam cada uma das áreas de trabalho da Figura 8.15.

## 8.14 Jantes, Travões e Pneus

Nesta secção executam-se trabalhos de substituição de calços em blocos de travões, a substituição de pneus e de jantes.

### 8.14.1 Requisitos

O armazenamento de pneus, de um modo geral, deve ter condições ótimas de preservação com valores de temperatura entre os 10 e os 21°C, sendo que temperaturas inferiores ao conveniente são menos nocivas do que as mais altas. A humidade relativa deve permanecer abaixo dos 75% devendo o sistema de refrigeração evitar a condensação. Os produtos de borracha devem estar protegidos da luz natural direta. (Aerotécnica, 2004, p. 3)

O oxigénio e o ozono são bastante prejudiciais para produtos de borracha. Assim, para evitar o contacto com o oxigénio, sempre que possível, os produtos devem ser armazenados em embalagens esvaziadas de ar de modo a evitar a renovação deste. Por sua vez, também o ozono (que é produzido naturalmente quando uma faísca atravessa o ar) produz cortes na borracha e por isso tais produtos devem permanecer afastados das fontes produtoras deste gás, exemplos dessas fontes são motores elétricos e máquinas que trabalhem a altas tensões.

Os produtos de borracha devem ser acondicionados de modo a permanecer à vontade, libertos de quaisquer constrictões, livres de compressões que possam originar deformações permanentes, alterando-lhes a forma. Sendo assim os pneus devem ser armazenados na vertical para que o contacto com a superfície de suporte aconteça com a parte adequada. Um correto armazenamento dos componentes em borracha aumenta de forma significativa o seu tempo de vida.

Quanto aos travões, as temperaturas normais de armazenamento devem rondar os 10 e os 25°C, o tempo máximo que estes podem estar armazenados vai depender dos componentes integrantes em borracha, devido ao seu tempo de vida. (Aerotécnica, 2004, p. 3)

### 8.14.2 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 6 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento N° 1321/2014 da União Europeia.

### 8.14.3 Hipótese de Solução

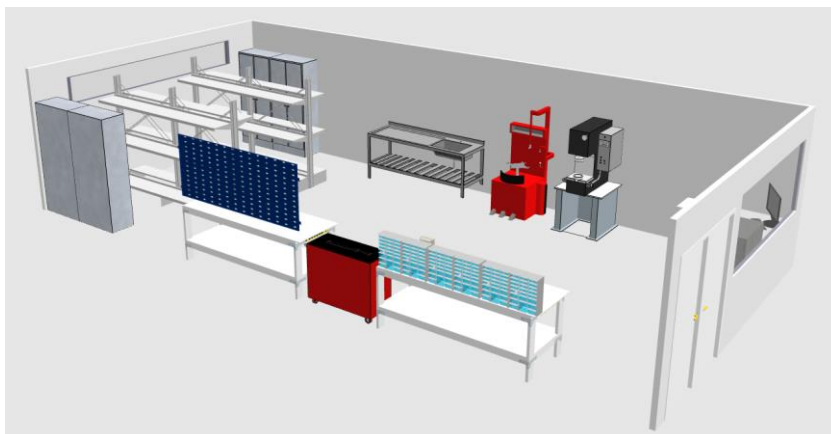


Figura 8.16 Ilustração 3D Secção Jantes, Travões e Pneus

Em anexo seguem plantas que identificam cada uma das áreas de trabalho bem como todos os equipamentos utilizados.

## 8.15 Limpeza dos Componentes

A decapagem dos materiais pode ser química ou mecânica. A decapagem mecânica por jato de areia tem como objetivo a limpeza e preparação da superfície de um dado metal para um tratamento químico e/ou uma pintura. Durante este processo são removidos da superfície do metal quaisquer vestígios de pó, óleo, ferrugem, tinta e qualquer outro elemento não desejado. Este processo é essencial para garantir uma boa adesão entre a superfície do metal e o tratamento e/ou pintura a aplicar posteriormente. A decapagem química consiste inserir o material a decapar dentro de uma tina, aplicar os respetivos produtos químicos e no final fazer uma lavagem do material de forma a torná-lo apto para o processo seguinte.

A decapagem mecânica por jato de areia tem como objetivo a limpeza e preparação da superfície de um dado metal para um tratamento químico e/ou uma pintura. Durante este processo são removidos da superfície do metal quaisquer vestígios de pó, óleo, ferrugem, tinta e qualquer outro elemento não desejado. Este processo é essencial para garantir uma boa adesão entre a superfície do metal e o tratamento e/ou pintura a aplicar posteriormente.

### 8.15.1 Legislação

Relativamente às instalações, a legislação associada a esta secção está descrita no capítulo 5 da presente dissertação (Exigências ao nível das instalações), em conforme com o Regulamento Nº 1321/2014 da União Europeia.

Estes processos devem ainda respeitar as normas ambientais e de segurança em vigor.

### 8.15.2 Requisitos

Nesta secção deve estar equipada com todo o material necessário à limpeza dos materiais. Esta secção gera efluentes que devem ser tratados de forma adequada, para isso deve ser implementado um sistema de tratamento de efluentes de forma a fazer cumprir os requisitos ambientais associados a este tipo de atividade.

### 8.15.3 Hipótese de Solução

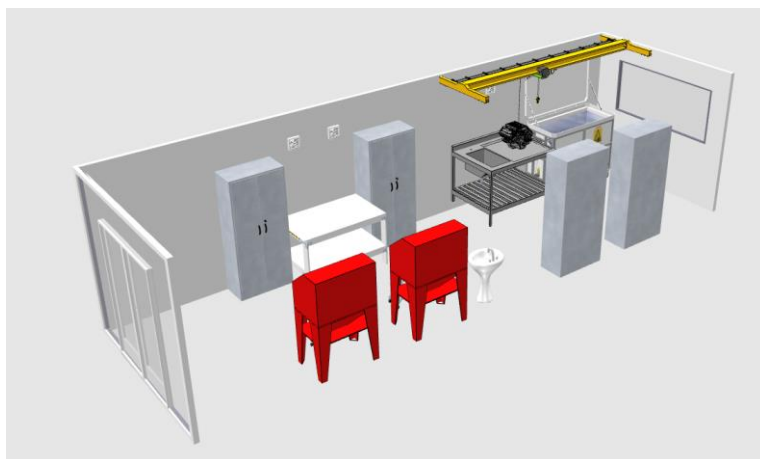


Figura 8.17 Ilustração 3D da Secção de Limpeza de Componentes

Conforme podemos ver na Figura 8.17, esta secção está equipada com duas estações de limpeza por jato de areia e uma tina para limpeza por decapagem química. De forma a auxiliar o operador foi colocada uma pequena ponte rolante que o auxilia no processo de limpeza de peças maiores. Em anexo seguem plantas que identificam cada uma das áreas de trabalho da Figura 8.17.

## 9. Pavimento

Os pavimentos aeronáuticos são projetados, construídos e reabilitados para suportar as cargas impostas pelas aeronaves bem como para proporcionar uma circulação segura e confortável independentemente do estado do tempo. A qualidade global do pavimento deve permitir que este resista ao tráfego das aeronaves, às condições atmosféricas a que está sujeito, a ações de sopro/sucção dos reatores e hélices, bem como a ações químicas provocadas pelo derrame de combustíveis, óleos e outros compostos poluentes. A par destas características, deve ainda manter-se limpo e livre de partículas soltas que possam pôr em causa a segurança de circulação das aeronaves. (Federal Aviation Administration, 2014, p. 3)

### 9.1 Placa

A placa é composta por um pavimento rígido, este é constituído por uma camada superior de betão e cimento, geralmente do tipo portland<sup>6</sup>, que funciona ao mesmo tempo como camada de desgaste e de base, com funções de suporte. A elevada resistência à flexão do betão de cimento faz com que o pavimento não sofra deformações acentuadas, mesmo quando sujeito a temperatura e tráfego elevado.

Associado ao pavimento deve estar um sistema de drenagem que garanta o seu bom estado de conservação. A drenagem funciona como manutenção preventiva do pavimento, este sistema recolhe e remove da superfície do pavimento todo o tipo de escoamento superficial de água bem como o excesso de água que se situe no solo. Um sistema de drenagem inadequado pode causar a saturação da sub-base e do leito do pavimento, o que levará a uma consequente degradação do pavimento.



Figura 9.1 ACO Monoblock

O sistema de drenagem apresentado na Figura 9.1 é totalmente fabricado em betão polímero de alta resistência que permite através das grelhas efetuar a drenagem da superfície e deslocar a água através do canal em forma de V que permite um aumento da velocidade do fluxo. (ACO, s.d.)

---

<sup>6</sup> Cimento constituído por  $65\% \leq \text{Clínquer} \leq 79\%$  e  $21\% \leq \text{Calcário} \leq 35\%$  (Cimpor)

## 9.2 Pavimento do Hangar

Dadas as características do pavimento rígido acima indicadas, o pavimento do hangar deve ser de natureza rígida, contudo terá um acabamento diferente da placa. A proteção de bases de betão é uma necessidade absoluta em superfícies utilizadas para suportar atividades intensas tal como a manutenção aeronáutica. Apesar das suas aparentes características de dureza, o betão é um substrato vulnerável que necessita de uma proteção não só como forma de preservar a sua integridade, mas também para que sejam preenchidos os requisitos técnicos e ambientais. Para manter as características técnicas, estéticas e estruturais e maximizar o tempo de vida útil dos revestimentos deve ser realizada manutenção especializada com a frequência, produtos e equipamentos necessários.

A empresa Castan, localizada no Parque Industrial do Seixal, dispõe de um sistema desenvolvido para suportar cargas elevadas como é o caso da manutenção aeronáutica. O sistema CastanFloor EP Color é um auto-alisante de base epóxi<sup>7</sup>, que oferece uma excelente resistência mecânica (punçoamento, cargas pontuais pesadas, etc.), sendo selado posteriormente com uma pintura de base poliuretano (CastanFloor PU PRO UV) de forma a oferecer melhores prestações a nível de resistência à abrasão. A totalidade do sistema compreende cerca de 3 mm.

O suporte deverá ser feito preferencialmente em betão com acabamento talochado mecanicamente. Poderá também ser realizada uma betonilha, que é um revestimento horizontal, primário que servirá de regularização de superfícies, de modo a receber outro acabamento, com as seguintes características:

- O suporte deverá ser uma betonilha ou microbetão com uma espessura mínima de 6 cm. Este deverá ter uma resistência mínima de 15 N/mm<sup>2</sup>. É aconselhada a adição de fibras de polipropileno na betonilha ou microbetão de modo a reduzir a formação de fissuração por retração;
- É necessária a colocação de uma manga de polietileno com gramagem nunca inferior a 200 g/m<sup>2</sup> ou material equivalente. A manga deverá ser colocada em duas camadas cruzadas e subir nas zonas periféricas do betão de modo a não permitir a entrada de humidade pelas laterais;
- Deverá ser feita uma sobreposição entre peças da manga de polietileno para garantir uma perfeita colagem entre elas;
- A base onde é colocada a manga plástica deverá ser uma superfície que não rompa a manga de polietileno aquando da betonagem;
- De forma alguma deverá haver rutura na manga de polietileno para não comprometer a barreira de vapor.

---

<sup>7</sup> Resina termoendurecível

## 9. Pavimento

---

Posteriormente à aplicação da betonilha ou do betão com acabamento talochado mecanicamente, é iniciado o processo de aplicação do sistema CastanFloor EP Color com selagem CastanFloor PU PRO UV, este processo tem 5 passos:

- Limpeza da base, garantindo a ausência de partículas soltas;
- Aplicação de CastanFloor EP TRA, como primário à base de resinas de epóxi, com elevado poder de impregnação e colagem;
- Aplicação de CastanFloor EP Color, auto-alisante à base de resinas de epóxi sem solventes, na cor a definir;
- Selagem do revestimento através de CastanFloor PU PRO UV, na cor a definir, pintura à base de resinas de poliuretano alifático, com acabamento brilhante.



Figura 9.2 Hangar da Força Aérea Portuguesa na OTA

Na Figura 9.2 podemos ver um hangar de manutenção da Força Aérea Portuguesa no Centro de Formação Militar e Técnico da Força Aérea, onde foi implementado o sistema anteriormente descrito pela empresa Castan em 2014.



## 10. Portão

A empresa ASSA ABLOY Entrance Systems, com representação no Porto, é uma empresa especializada em soluções de automatização de entradas para edifícios. A Megadoor VL3190 é uma solução apresentada pela empresa para hangares, é de abertura vertical e foi concebida para aberturas de portas de grandes dimensões permitindo larguras extensas. Concebidas para ambientes exigentes, oferecem uma máxima confiança estrutural, eficiência energética, eficiência operacional e manutenção mínima. Ao conceber os laminados das portas com um número e tipo adequados de vigas intermédias, as portas podem ser dimensionadas para suportar virtualmente qualquer carga provocada pelo vento e continuam a oferecer a proteção contra as condições climatéricas.

As principais vantagens deste modelo são:

- Design robusto;
- Fiabilidade operacional;
- Baixo custo de manutenção;
- Boa vedação;
- Design flexível;
- Adequada para ambientes industriais exigentes;
- Segurança de alto nível.

Este modelo permite a configuração de portas múltiplas, como podemos ver no exemplo da Figura 10.1, que podem ser abertas individualmente, ou se necessário para toda a largura de abertura, todas em simultâneo. Em contraste com outros tipos de portas, a VL3190 de abertura vertical requer apenas um espaço limitado no topo da estrutura para armazenamento das folhas e das colunas de suporte quando estas estão recolhidas.



Figura 10.1 Megadoor VL 3190 em Hangar da Bombardier

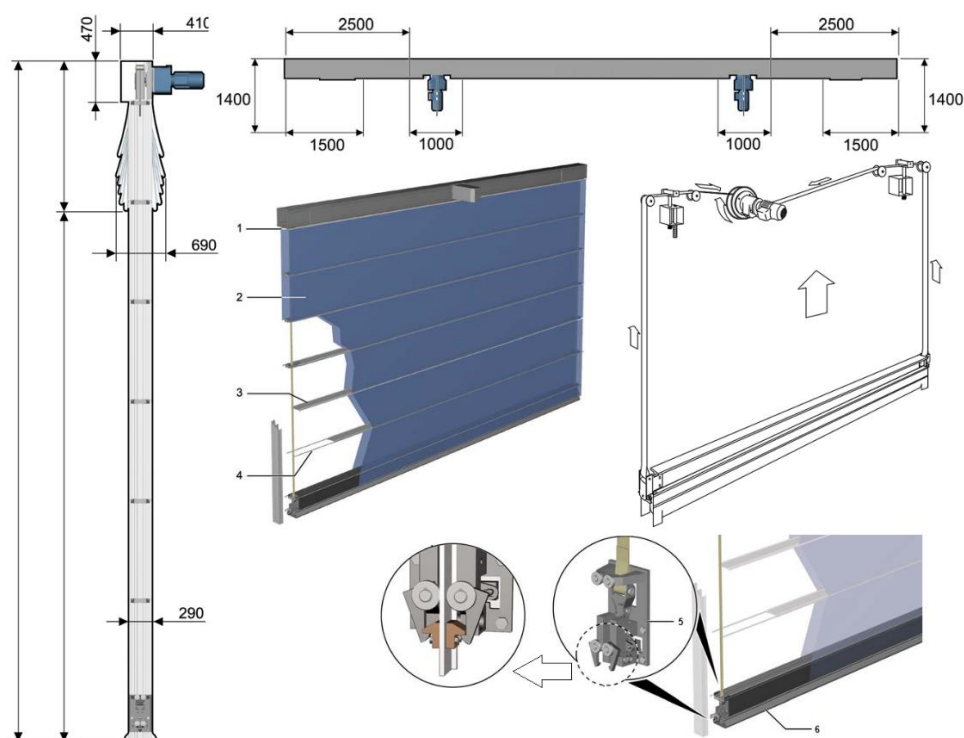


Figura 10.2 Megadoor VL3190

Na Figura 10.2 podemos ver o processo de funcionamento da Megadoor VL3190, a sua composição e o sistema de segurança. A célula da porta é feita de duas camadas de tecido poliéster revestidas a vinil, separadas por secções intermédias de alumínio. A secção de alumínio do topo é aparafusada à estrutura e as secções intermédias estão ligadas à correia de elevação. O tecido é aparafusado a ambos os lados das secções intermédias, de forma a estar o mais esticado possível. A carga do vento é dissipada das células, pelas secções horizontais de alumínio, para os carris verticais e consequentemente para a estrutura do hangar. (ASSA ABLOY, 2014, p. 7)

Na imagem podemos ver numerados os seguintes elementos:

1. Cabeçalho;
2. Célula de poliéster e vinil;
3. Secção intermédia;
4. Secção inferior;
5. *Locker*;
6. Borracha isolante.

Alguns extras podem ser adicionados a este portão tal como painéis de visor, tecido de segurança, tecido ártico, tecido de redução sonora e tecido resistente ao calor. Os painéis de visor ou janelas melhoram a entrada de luz e visibilidade através do laminado da porta. O tecido de segurança é semelhante ao tecido *standard* com a adição de arame em aço galvanizado dentro do tecido, sendo instalado em ambos os lados do laminado. O tecido resistente ao calor substitui o tecido *standard* na parte interior do laminado da porta quando é necessário conter o calor e/ou perigos de natureza química.

# 11. Pórticos

O transporte de componentes de aeronaves dentro da empresa é uma das aplicações mais exigentes da tecnologia de pontes rolantes. Para a manutenção dos aviões a Demag, representada em Lisboa, fornece instalações do sistema de pontes rolantes, desde a ponte rolante monoviga, por exemplo, para montar mecanismos propulsores, até aos sistemas de ponte rolante com plataformas de manutenção telescópicas e carrinhos de carga. As pontes rolantes suspensas são igualmente a primeira escolha nesse âmbito, pois abrangem, também com pontos múltiplos de suspensão, as áreas de manutenção de um hangar com amplitudes totais iguais ou superiores a 90 metros. (Demag, s.d.)

Maior parte das pontes rolantes são suspensas nas estruturas do telhado do edifício, esta solução apresenta como principal vantagem a inexistência de apoios adicionais para o carril da ponte rolante, aproveitando assim de forma ideal a área de trabalho. Contudo, a solução mais adequada para o caso em estudo é um semi-pórtico, conforme podemos ver na Figura 11.1, visto que a estrutura do telhado assenta apenas em três paredes de apoio, isto é, nas paredes laterais do hangar e na parede de fundo, a estrutura teria de ser reforçada para aguentar com as cargas impostas pela ponte rolante e pela sua operação.

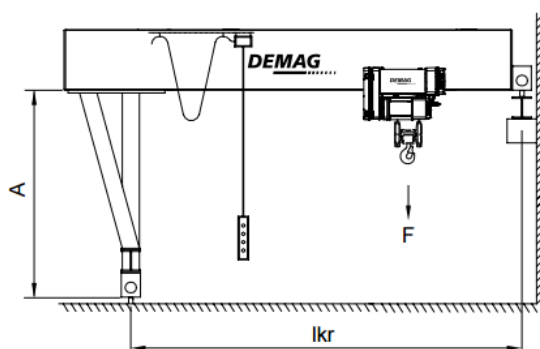


Figura 11.1 Semi-pórtico Demag EHPE

Tabela 11.1 Ficha técnica Demag EHPE

Ficha técnica	Semi-pórtico EHPE, Mono-viga
Capacidade de carga [F]	Até 12,5 t
Bitola [lkr]	Até 30 m
Espaço livre [A]	4, 6, 8, 10 m
Velocidades	
Longitudinal	Até 40 m/min
Transversal	Até 30 m/min
Levantar/baixar	Até 12,5 m/min
Eixos de operação	Longitudinal, transversal e vertical

Conforme podemos ver na Figura 11.2, um dos apoios da ponte rolante será a parede de fundo do hangar, o outro apoio vem integrado com a solução apresentada e desloca-se sobre um carril na zona do portão.

O sistema apresenta várias configurações, neste caso específico, as configurações desejadas são, as 12,5 toneladas de capacidade de carga [F], de forma a poder movimentar/parquear os aviões sem qualquer problema, os 30 metros de bitola [lkr] de forma a poder deslocar-se de ponta a ponta do hangar e os 10 metros de espaço livre [A] de forma a poder fazer o estacionamento em altitude das aeronaves.

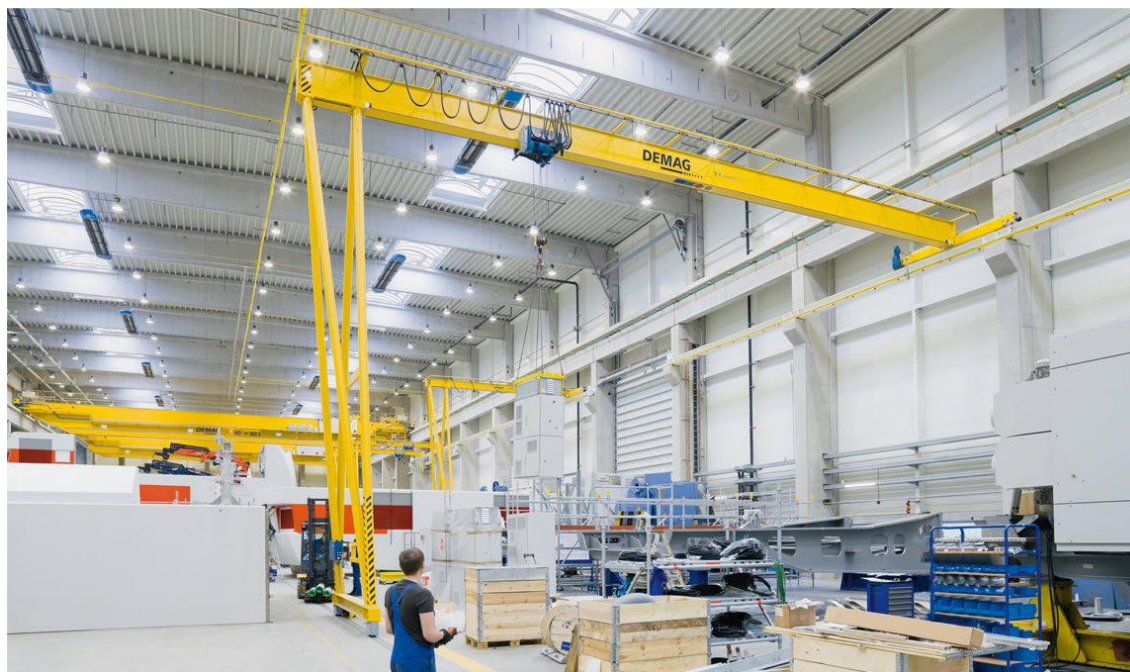


Figura 11.2 Semi-Pórtico Demag

## 12. Conclusão

O processo de estudo de viabilidade para a implementação de um hangar de manutenção aeronáutica pode ser feito seguindo 5 passos básicos:

1. Onde estamos?
2. Onde queremos estar?
3. Como lá chegar?
4. Execução do projeto
5. Avaliação do projeto

Cada um destes pontos é igualmente importante, contudo, o sucesso do projeto depende largamente da maneira como são encarados os três primeiros passos. Relativamente ao primeiro ponto, antes de iniciar o projeto, foi necessário saber a conjuntura atual do setor e do ramo de atividade da empresa, isto é, saber quais as áreas de negócio de cada uma das empresas que constituem o Grupo 7Air.

Posteriormente foram estabelecidos objetivos e requisitos para o desenvolvimento do novo hangar. No capítulo 8 foi elaborado um estudo individual das diferentes áreas de trabalho e *backshops* que constituem o hangar, tendo sido apresentadas soluções que permitem à empresa não só melhorar as condições de trabalho mas também expandir no futuro a sua área de atividade. Para as secções do armazém, ensaios não destrutivos, pavimento, portão e pórticos, foram contactadas empresas especializadas que disponibilizaram a informação desejada sobre os seus produtos, seguindo em anexo as folhas técnicas e orçamentos conseguidos até à data. Sendo assim, estavam já estabelecidos os dois primeiros pontos, qual a posição atual da empresa e para onde esta queria evoluir.

Este estudo permite fazer uma comparação das instalações atuais do Grupo 7Air com uma primeira versão daquilo que poderá vir a ser no futuro o novo hangar de manutenção de aeronaves da empresa.

Em resposta ao ponto três foi elaborada a presente dissertação e em conjunto com ela uma candidatura a um projeto de potencial interesse nacional (PIN).

O PIN foi uma medida implementada em conselho de ministros (nº 95/2005) e publicada em Diário da República, de forma a *“adotar novos mecanismos de acompanhamento e desenvolvimento processual dos projetos que sejam reconhecidos como sendo de potencial interesse nacional. Definem-se os critérios para a qualificação dos projetos como PIN, em razão da sua especial valia nos planos económicos, social, tecnológico, energético e de sustentabilidade ambiental. O que se pretende é favorecer a concretização de diversos tipos de projetos de investimento, assegurando um acompanhamento de proximidade, promovendo a superação dos bloqueios administrativos e garantindo uma resposta célere, sem prejuízo dos*

*dispositivos legais necessários à salvaguarda do interesse público, nomeadamente ao nível da segurança e do ambiente.”*

Visto que este estudo se enquadra numa fase de projeto conceptual cujo objetivo é seleccionar um conceito viável e optimizá-lo o máximo possível, os pontos 4 e 5 farão parte dos trabalhos futuros que se seguem.

## 13. Trabalhos Futuros

Este estudo de viabilidade incidiu no *layout* do hangar e nas especificações das *backshops* nele inserido. Sendo assim é ainda necessário realizar estudos de carácter:

- Económico
  - Realizar uma análise de mercado de forma a obter os melhores preços tanto em termos de equipamentos como em termos de construção da infraestrutura.
- Estrutural
  - A estrutura metálica do hangar carece ainda de algum estudo já que é intenção da empresa fazer-se o estacionamento de aeronaves em altitude.
  - É intenção da empresa que a organização estrutural do interior do hangar seja modular, isto é, que as paredes das *backshops* e gabinetes sejam móveis. Deve ser feito um estudo deste tipo de soluções recorrendo a empresas especializadas.
  - As secções e *backshops* foram projetadas sem ter em conta as normas de segurança e higiene do trabalho obrigatórias, isto é, não foram especificadas posições de extintores, chuveiros e lava-olhos de segurança, saídas de emergência, etc. Devem portanto ser incluídos na fase de projeto detalhado.
- Organizacional
  - A posição dos gabinetes de administração, recursos humanos, contabilidade e marketing devem ainda ser estudados de forma a permitir uma maior fluidez e conforto dos trabalhadores.

Para terminar e como forma de aumentar a produtividade da empresa, esta deve considerar a realização de estudos de implementação de sistemas *Lean*, estas técnicas permitem reduzir o desperdício e a instabilidade, melhorando a flexibilidade dos trabalhadores criando uma cultura de melhoria contínua.



## Bibliografia

- ACO. (s.d.). *ACO Monoblock*. Obtido de <http://www.acodrenagem.com.br/aco-monoblock/>
- Aerotécnica. (2004). *Norma Funcional 02.23: Armazenagem de produtos de borracha*.
- Aerotécnica. (2007). *Norma funcional 02.61: Execução de Reparções Estruturais em Estruturas Semimonocoque*.
- Aerotécnica. (s.d.). *Norma Funcional N° 02.77*.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (s.d.). *Nota Técnica: Armazenagem de Óleos Usados*.
- ASSA ABLOY. (2014). *Vertical lifting fabric door: Megadoor VL3190*.
- Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e afins de Portugal. (2015). *Metalurgia e Metalomecânica: Manual de Prevenção*. Lisboa: Autoridade para as Condições do Trabalho. Obtido de [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/Publicacoes/ProjetosApoiados/2013/Documents/Manual%20metalurgia%20e%20metalomec%C3%A2nica.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/Publicacoes/ProjetosApoiados/2013/Documents/Manual%20metalurgia%20e%20metalomec%C3%A2nica.pdf)
- Autoridade Nacional da Aviação Civil. (2012). *Regulamento sobre a classificação da capacidade de carga de pavimentos aeronáuticos através da utilização da metodologia ACN/PCN*.
- Autoridade Nacional da Aviação Civil. (2012). *Regulamento sobre a classificação da capacidade de carga de pavimentos aeronáuticos através da utilização da metodologia ACN/PCN*.
- Autoridade Nacional da Aviação Civil. (2014). *Anuário da Aviação Civil*.
- Butzbach. (s.d.). *Technology*. Obtido de <http://www.butzbach-hangardoors.com/en/technology>
- Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica. (s.d.). Obtido de <http://www.mar.ist.utl.pt/jgordo/tecest/Enforma%C3%A7%C3%A3o2003.pdf>
- Cimpor. (s.d.). *Ficha Técnica CEM II/B-L 32,5 N*.
- Comissão Europeia. (2014). Regulamento (UE) N° 1321/2014. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Comissão Europeia. (2014). Regulamento (UE) N° 139/2014. *Jornal da União Europeia*.
- Continental Ignition Systems. (2011). *Service Support Manual: S-1200 Series High Tension Magneto*.
- Demag. (s.d.). *Construção e manutenção de aviões*. Obtido de <http://www.demagcranes.pt/cms/site/pt/lang/pt/page110094.html>
- Door Engineering. (s.d.). *H Series HU General Layout*. Obtido de <http://www.doorengineering.com/Products/Aviation/documents/H-SeriesHUGeneralLayout.pdf>
- European Aviation Safety Agency. (2013). *Foreign Part 145 Approvals: Aircraft Line Maintenance*.
- European Aviation Safety Agency. (2015). *AMC & GM to Annex II (Part 145) to Regulation (EU) N° 1321/2014*.
- European Commission. (2012). Commission Regulation (EU) n° 748/2012. *Official Journal of the European Union*.

- Federal Aviation Administration. (2009). *Airport Pavement Design and Evaluation*.
- Federal Aviation Administration. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe, Volume 1*.
- Federal Aviation Administration. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook - Volume 2*.
- Federal Aviation Administration. (2014). *Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements*.
- Gandhi Automations. (s.d.). *Aircraft Hangar Doors*. Obtido de <http://geapl.co.in/hangar-doors-hoist-up.html>
- General Aviation Manufacturers Association. (2015). *2015 General Aviation Statistical Databook & 2016 Industry Outlook*.
- ICAO. (s.d.). *Aerodrome Standards*.
- International Air Transport Association. (2016). *Annual Review*.
- Mecklenburgh, J. (1985). *Process Plant Layout*.
- Metalcheck. (s.d.). *Ensaios Não Destrutivos*. Obtido de <http://www.metalchek.com.br/ensaios-nao-destrutivos/o-que-sao-ensaios-nao-destrutivos>
- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. (2011). Decreto-Lei nº 73/2011 de 17 de junho. *Diário da República*.
- Parlamento Europeu. (2006). Regulamento (CE) Nº 1907/2006: Avaliação, Autorização e Restrição de Substâncias Químicas. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- REIDsteel. (s.d.). *Aircraft Hangar Type*. Obtido de <http://www.reidsteel.aero/aircraft-hangar/aircraft-hangar-type-1-simple-portal-frame/>
- REIDsteel. (s.d.). *Hangar Selection*. Obtido de [http://www.reidsteel.aero/hangar\\_selection/](http://www.reidsteel.aero/hangar_selection/)
- Schweiss. (s.d.). *Hydarulic Doors*. Obtido de <https://www.bifold.com/why-hydraulic.php>
- Schweiss. (s.d.). *Lift Strap Bifold Door*. Obtido de <https://www.bifold.com/note.php>
- Transportation Research Board of National Academies. (2014). *Guidebook on General Aviation Facility Planning*.

# Anexos



## A. Especificações

Tabela A.1 Armazém

Tipo de sala/Secção	Armazém	
Descrição/Usos	Esta secção destina-se ao armazenamento de material aeronáutico e não-aeronáutico.	
Localização	Gestão: Piso 0 Armazém: Cave.	
Acabamentos	Parede	Deve ter propriedades isolantes que cooperem com o sistema de ventilação da área de forma a manter condições de temperatura e humidade constantes.
	Chão	O chão deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático.
	Teto	Trabalho futuro
Equipamento base	Estantes de armazenamento de material aeronáutico, estantes de armazenamento de material não aeronáutico, arquivos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deverá ter uma área segregada para quarentena;</li> <li>- Deverá ter uma área independente para armazenamento de artigos em borracha com iluminação independente e sem luz natural;</li> <li>- Deverá ter um frigorífico para armazenamento de artigos com condições específicas de armazenamento;</li> <li>- Deverá ter secção específica para armazenamento de material ESD, incluindo bancadas eletricamente isoladas;</li> <li>- Deverá ter uma zona específica para armazenamento de material aeronáutico em estado Serviceable;</li> <li>- Deverá ter uma área de receção/expedição de material, devidamente equipada com uma bancada anti estática para manuseamento de material ESD</li> <li>- Sistema para controlo de entrada apenas a pessoal autorizado</li> </ul>	
Canalizações	Trabalho futuro	
Sistemas de ventilação	Ar condicionado/ desumidificador Sistemas de ventilação	
Proteção contra fogo	Obrigatório	
Corrente elétrica	Monofásico	
Luz	Luz fluorescente ou led	
Comunicações	Linha telefónica e internet	
Observações	As especificações do Kardex Remstar Carrossel Horizontal encontram-se mais à frente nos anexos. Orçamento: 152.834€ (caixas não incluídas)	
Dimensões	Área de Gestão: Largura: 5 m Comprimento: 11,5 m Área: 57,5 m <sup>2</sup>	
	Cave: Largura: 75 m Comprimento: 11,5 m Área: 862,5 m <sup>2</sup>	
Input	Material novo para armazenamento, material	
Output	Material novo para manutenção ou substituição	

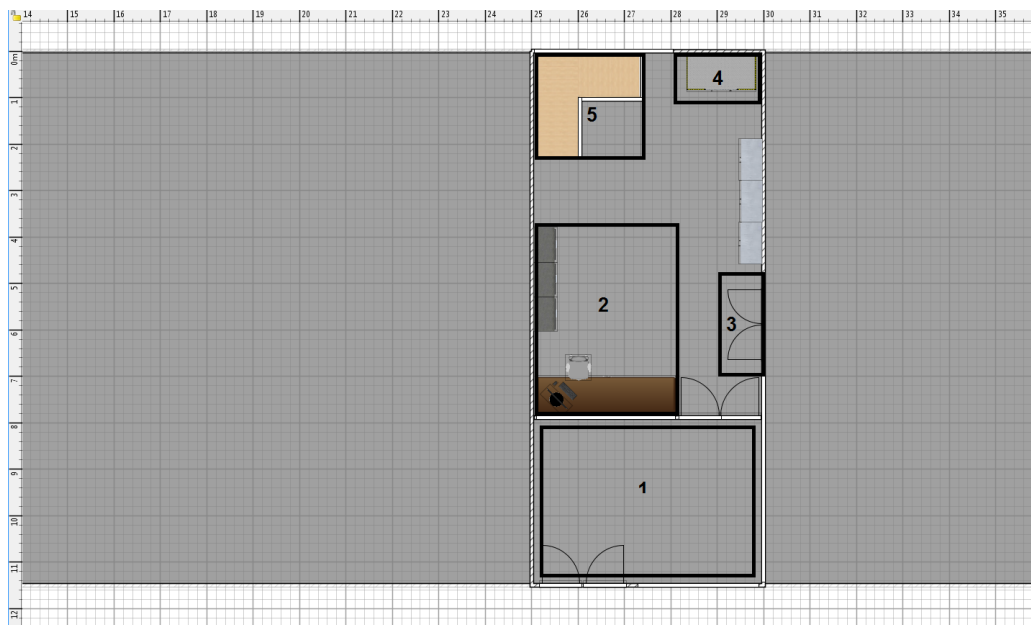


Figura A.1 Planta Armazém-Área de Gestão

1. Área de recolha de material;
2. Área administrativa;
3. Porta para Secção dos óleos;
4. Plataforma elevatória;
5. Escadas de acesso à cave.

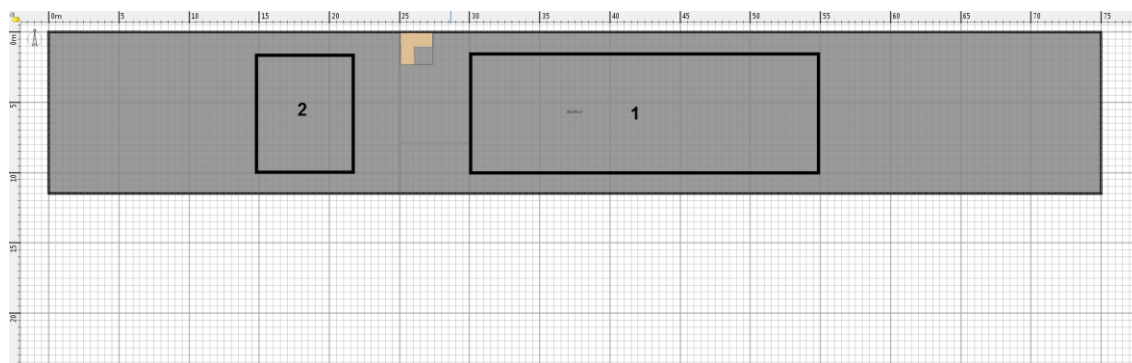


Figura A.2 Planta Armazém - Cave

1. Armazém Kardex Remstar;
2. Armazém de quarentena.

Tabela A.2 Baterias

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Baterias</b>						
<b>Descrição/Uso</b>	Esta secção destina-se à manutenção e armazenamento das baterias.						
<b>Localização</b>	Piso 0						
<b>Acabamentos</b>	<table border="0"> <tr> <td>Parede</td> <td>Paredes forradas a azulejo</td> </tr> <tr> <td>Chão</td> <td>O chão deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático</td> </tr> <tr> <td>Teto</td> <td>A definir</td> </tr> </table>	Parede	Paredes forradas a azulejo	Chão	O chão deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático	Teto	A definir
Parede	Paredes forradas a azulejo						
Chão	O chão deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático						
Teto	A definir						
<b>Equipamento base</b>	Bancadas de trabalho em pedra, estantes de armazenamento Áreas de armazenamento separadas para as baterias alcalinas e ácidas, em estantes eletricamente isoladas						
<b>Canalizações</b>	Lavatório de serviço (água quente) Estação de lavagem de olhos Ar comprimido Sistema de extração de ar diretamente sobre a área de trabalho das baterias						
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ventiladores para o exterior Controlo de temperatura						
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório						
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásica Trifásica						
<b>Luz</b>	Luz Natural, Luz fluorescente ou led						
<b>Comunicações</b>	-						
<b>Observações</b>	Durante a manutenção das baterias é obrigatório o uso de proteções tais como: luvas de borracha, avental de borracha e proteções oculares.						
<b>Dimensões</b>	<p>Baterias ácidas: Comprimento: 2 m Largura: 3 m Área: 6 m<sup>2</sup></p> <p>Baterias alcalinas: Comprimento: 2 m Largura: 3 m Área: 6 m<sup>2</sup></p>						
<b>Input</b>	Baterias sujeitas a manutenção e baterias novas						
<b>Output</b>	Baterias prontas a utilizar Baterias inoperacionais						

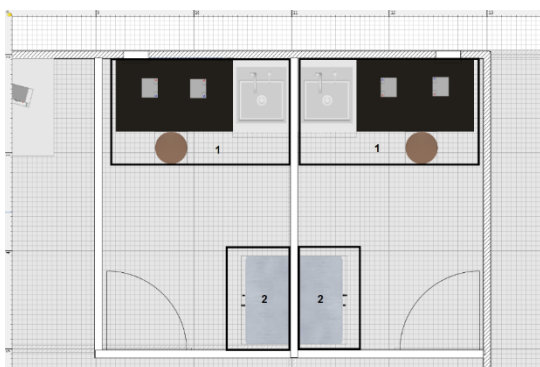


Figura A.3 Planta Secção das Baterias

1. Área manutenção;
2. Área de armazenamento.

Tabela A.3 Secção Elétrica

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Elétrica</b>
<b>Descrição/Usó</b>	Esta secção serve de apoio à Sofinare na reparação de componentes elétricos
<b>Localização</b>	Piso 0
<b>Acabamentos</b>	Parede Trabalho futuro
	Chão Anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Bancadas de trabalho anti estáticas, estantes de armazenamento
<b>Canalizações</b>	Ar comprimido
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ar condicionado
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico Trifásico
<b>Luz</b>	Luz fluorescente, Luz natural ou led
<b>Comunicações</b>	Sistema de telecomunicações
<b>Observações</b>	-
<b>Dimensões</b>	Largura: 13 m Comprimento: 11,5 m Área: 149,5 m <sup>2</sup>
<b>Input</b>	Componentes com avarias elétricas
<b>Output</b>	Componentes reparados Componentes para sucata Componentes para reparação por subcontratação

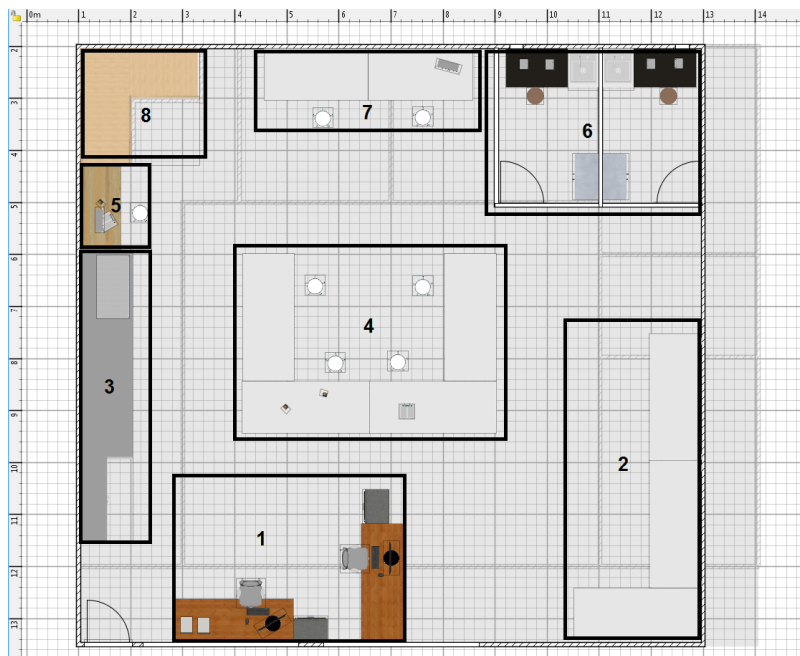


Figura A.4 Planta Secção Elétrica

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. Área administrativa;         | 5. Banco de testes              |
| 2. Magnetos;                    | 6. Área das baterias;           |
| 3. Alternadores;                | 7. Starter-generators           |
| 4. Área de reparações elétricas | 8. Escadas de acesso à Sofinare |

Tabela A.4 Ensaios Não Destrutivos

Tipo de sala/Secção	Ensaios não destrutivos	
Descrição/Usos	Esta secção está destinada a ensaios não destrutivos do tipo: Partículas magnéticas (Magnaflux) Líquidos Penetrantes Correntes Induzidas Ultra-sons	
Localização	Piso 1	
Acabamentos	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Trabalho futuro
	Teto	Trabalho futuro
Equipamento base	Bancadas de trabalho, estantes de material aeronáutico, estantes de material não aeronáutico, pequeno armazém de utilizáveis durante os processos	
Canalizações	Lavatório de serviço Ar comprimido Estação de lavagem de olhos	
Sistemas de ventilação	Ar condicionado	
Proteção contra fogo	Obrigatório	
Corrente elétrica	Monofásica	
	Trifásica	
Luz	Luz fluorescente ou led	
Comunicações	-	
Observações	-	
Dimensões	Largura: 5 m	
	Comprimento: 10 m	
	Área: 50 m <sup>2</sup>	
Input	Peças para inspeção com a finalidade de detetar defeitos	
Output	Peças inspecionadas e devidamente aprovadas ou reprovadas	

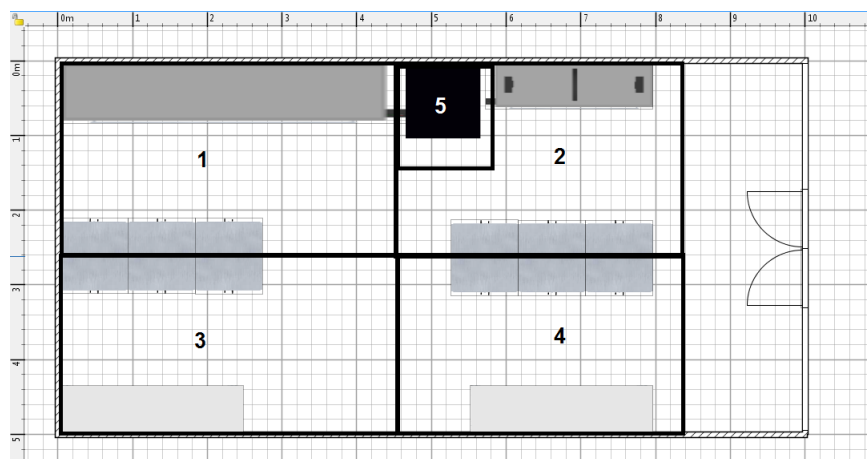


Figura A.5 Planta Ensaios Não Destrutivos

1. Líquidos penetrantes
2. Partículas magnéticas
3. Ultrassons
4. Correntes induzidas

Tabela A.5 Estruturas

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Estruturas</b>	
<b>Descrição/Uso</b>	Esta secção destina-se à manutenção e fabricação de todo o tipo de peças utilizadas na realização da manutenção	
<b>Localização</b>	Piso 0	
<b>Acabamentos</b>	Parede	Trabalho futuro
	Chão	O chão deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto	Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Bancadas de trabalho, quinadeiras, rolos, portas duplas Para além das ferramentas existentes na secção: - Estantes para armazenamento de matérias-primas e componentes para reparação; - Armários para arrumação de ferramentas e consumíveis	
<b>Canalizações</b>	Ar comprimido Lavatório de serviço (opcional)	
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ar condicionado Ventilação	
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório	
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico	
	Trifásico	
<b>Luz</b>	Luz fluorescente	
	Luz natural	
<b>Comunicações</b>	Linha telefónica (opcional) e internet	
<b>Observações</b>	-	
<b>Dimensões</b>	Largura: 11,5 m	
	Comprimento: 15 m	
	Área: 172,5 m <sup>2</sup>	
<b>Input</b>	Peças sujeitas a reparação e material novo	
<b>Output</b>	Peças reparadas ou novas para utilizar na manutenção	

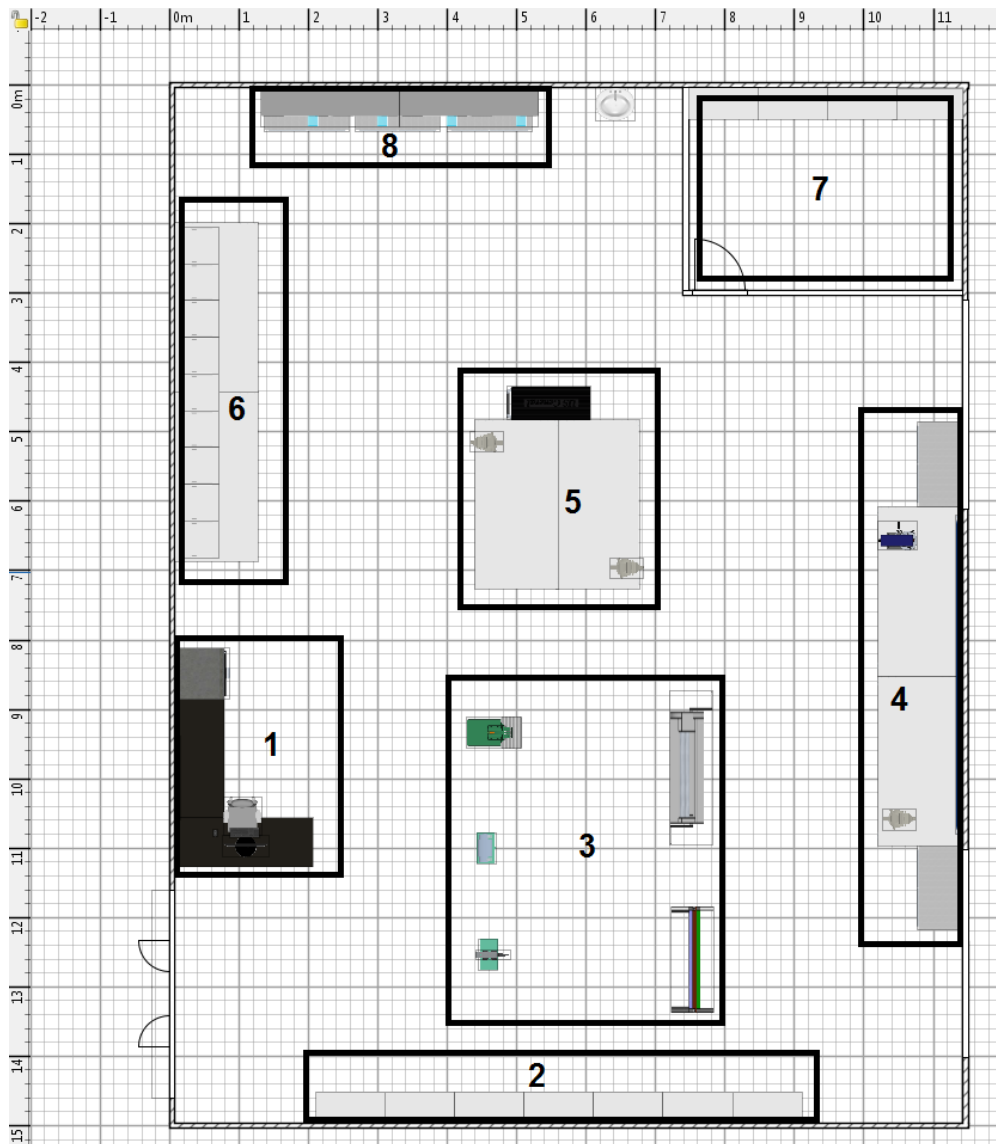


Figura A.6 Planta Estruturas

- |   |   |
|---|---|
| 1. Área administrativa;                 | 5. Bancada de trabalhos gerais;         |
| 2. Ferramentas;                         | 6. Bancada com ferramentas específicas; |
| 3. Área de máquinas específicas;        | 7. Armazém;                             |
| 4. Bancada com ferramentas específicas; | 8. Ferramentas.                         |

Tabela A.6 Limpeza de Componentes

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Limpeza de componentes</b>	
<b>Descrição/Uso</b>	Esta secção destina-se à limpeza/preparação de uma dada superfície para um dado tratamento/pintura	
<b>Localização</b>	Piso 1	
<b>Acabamentos</b>	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto	Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Máquinas de tratamento de jatos de areia Tinas para limpeza química Para além das ferramentas existentes deverão existir estantes e armários para arrumação de material a intervencionar e utensílios/ferramentas Estação de tratamento de efluentes	
<b>Canalizações</b>	Ar comprimido Água Estação lava-olhos	
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ventilação	
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório	
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico	
	Trifásico	
<b>Luz</b>	Luz fluorescente	
<b>Comunicações</b>	Linha telefónica	
<b>Observações</b>	-	
<b>Dimensões</b>	Largura: 3 m Comprimento: 10 m Área: 30 m <sup>2</sup>	
<b>Input</b>	Materiais sujeitos a tratamento	
<b>Output</b>	Materiais prontos para posterior utilização Resíduos	

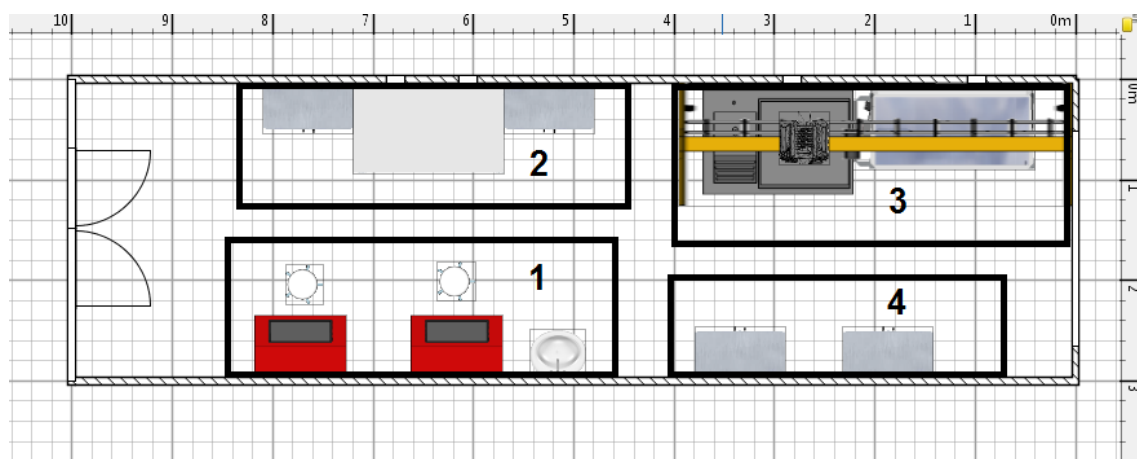


Figura A.7 Planta Limpeza de Componentes

1. Jato de Areia;
2. Bancada de trabalho
3. Turcos;
4. Armazenamento.

Tabela A.7 Maquinação

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Maquinação</b>	
<b>Descrição/Uso</b>	Maquinagem de peças segundo um desenho previamente elaborado e de acordo com o pretendido pelo cliente.	
<b>Localização</b>	Possível localização no Piso 1, idealmente perto da secção de serralharia	
<b>Acabamentos</b>	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto	Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Torno mecânico, CNC de 3 eixos Para além das ferramentas existentes deverão existir estantes e armários para armazenamento de matérias-primas e utensílios/ferramentas	
<b>Canalizações</b>	Ar comprimido Lavatório de serviço Estação lava-olhos	
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ar condicionado Sistemas de ventilação	
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório	
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico	
	Trifásico	
<b>Luz</b>	Luz fluorescente	
<b>Comunicações</b>	Linha telefónica	
<b>Observações</b>	-	
<b>Dimensões</b>	Largura: 5,75 m	
	Comprimento: 15 m	
	Área: 86,25 m <sup>2</sup>	
<b>Input</b>	Material para reparação e material novo	
<b>Output</b>	Peças para uso na manutenção de determinada parte da aeronave	
	Material sobranete Resíduos	



Figura A.8 Planta Maquinação

1. Área administrativa;
2. Área de equipamentos específicos;
3. Área de trabalho geral
4. Área de pintura de pequenos componentes.

Tabela A.8 Motores

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Motores</b>	
<b>Descrição/Usó</b>	Esta secção está destinada à manutenção de motores e carburadores de aeronaves	
<b>Localização</b>	Piso 1, perto da zona central	
<b>Acabamentos</b>	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Trabalho futuro
	Teto	Conduitas de ar e eletricidade
<b>Equipamento base</b>	Bancadas de trabalho com ferramentas, arquivos, estantes de material aeronáutico, estantes de material não aeronáutico, estantes de armazenamento, elevador de carga, dupla porta	
<b>Canalizações</b>	Lavatório de serviço Ar comprimido	
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ar condicionado Ventiladores para o exterior	
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório	
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico	
	Trifásico	
<b>Luz</b>	Luz fluorescente ou led	
<b>Comunicações</b>	Linha de telefone	
<b>Observações</b>	Esta secção terá de ter no seu interior algo que possibilite a manobra dos motores enquanto parte inteira, bem como uma porta que permita a entrada e saída dos mesmos. Esta secção deve facilitar o acesso a áreas onde se realizem pequenas pinturas e limpeza. Deve ainda existir uma secção gémea para a manutenção de motores a turbina.	
<b>Dimensões</b>	Largura: 11 m Comprimento: 11,5 m Área: 126,5 m <sup>2</sup>	
<b>Input</b>	Motores e carburadores para manutenção	
<b>Output</b>	Motores prontos a utilizar	
	Carburadores prontos a utilizar	
	Componentes para sucata	
	Componentes para reparação por subcontratação	

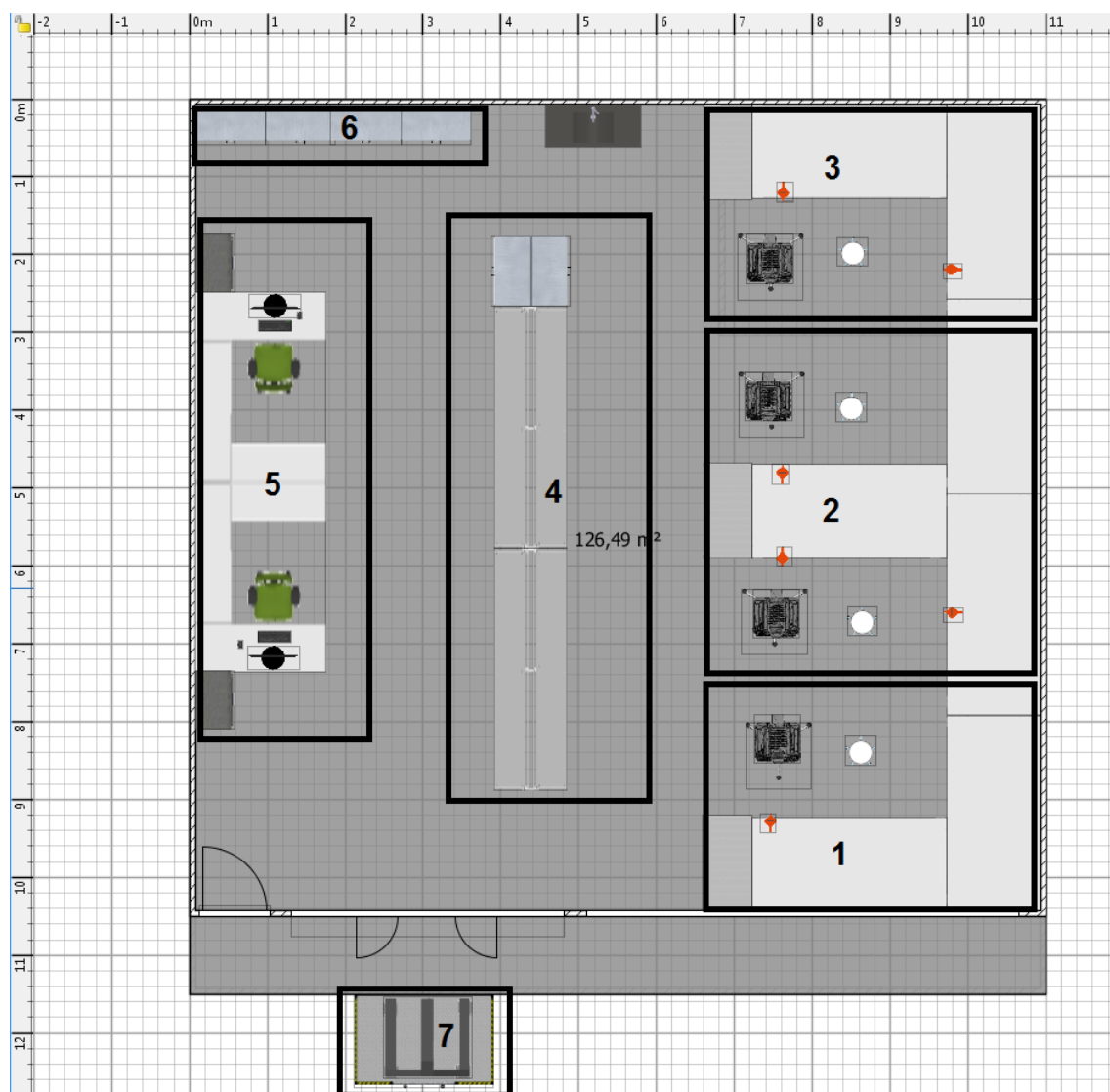


Figura A.9 Planta Secção dos Motores

1. Área de desmontagem;
2. Área de inspeção;
3. Área de montagem;
4. Área de armazenamento;
5. Área administrativa;
6. Ferramentas;
7. Plataforma elevatória.

Tabela A.9 Óleos

Tipo de sala/Secção	Óleos
Descrição/Uso	Esta secção destina-se ao armazenamento de óleos novos
Localização	Deverá ficar localizada no interior do armazém
Acabamentos	Parede Trabalho futuro
	Chão Incluir uma base acumuladora de óleos que por alguma razão vertem Deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto Trabalho futuro
Equipamento base	- Bases para armazenamento dos óleos - Estantes eletricamente isoladas para armazenamento de recipientes de dimensão menor; - Bacias de retenção para eventuais derrames; - Capacidade para manipular e armazenar tambores de óleo
Canalizações	Lavatório de serviço
Sistemas de ventilação	Ar condicionado Ventilação para exterior
Proteção contra fogo	Obrigatória Sistema de deteção e combate
Corrente elétrica	Monofásico
Luz	Luz fluorescente ou led
Comunicações	Linha telefónica
Observações	Secção isolada do ambiente, isto é, não pode haver qualquer tipo de contaminação para o ambiente
Dimensões	Largura: 4 m Comprimento: 6 m Área: 24 m <sup>2</sup>
Input	Óleos novos para uso na manutenção/armazenamento
Output	Óleos novos para manutenção

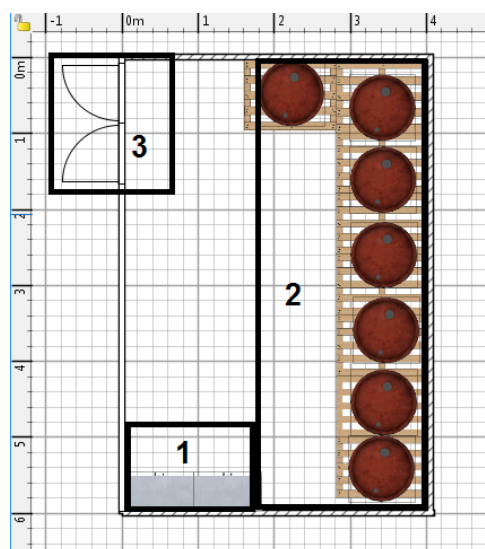


Figura A.10 Planta dos Óleos e lubrificantes

1. Ferramentas;
2. Área de armazenamento de óleos e lubrificantes;
3. Porta de acesso ao armazém.

Tabela A.10 Pintura

Tipo de sala/ Secção	Pintura	
Descrição/Usó	Esta secção está destinada à decapagem, pintura e secagem de material aeronáutico. Esta secção exige uma estação de tratamento de efluentes (no fundo os resíduos que saem da decapagem quer por processos mecânicos ou químicos e os resíduos da pintura)	
Localização	Piso 0	
Acabamentos	Parede	Aplicação de uma tinta lavável
	Chão	Ter atenção às máquinas de extração do ar e resíduos da decapagem
	Teto	Ter atenção às máquinas de insuflação e controlo de temperatura
Equipamento base	-	
Canalizações	Lavatório de serviço Ar comprimido Estação de lavagem de olhos	
Sistemas de ventilação	-	
Proteção contra fogo	Obrigatório	
Corrente elétrica	-	
Luz	Luz fluorescente ou led	
Comunicações	-	
Observações	Em trabalhos futuros serão definidos pormenores tais como: aspiração dos resultantes da decapagem, extractores pelo solo (necessidade de perfurar o chão numa altura muito inicial do projeto), estufa de pintura e a sua localização.	
Dimensões	Largura: 11,5 Comprimento: 20,75 m Área: 238,625 m <sup>2</sup>	
Input	Avião/peças para pintura	
Output	Avião/peças pintadas e lavadas Efluentes	

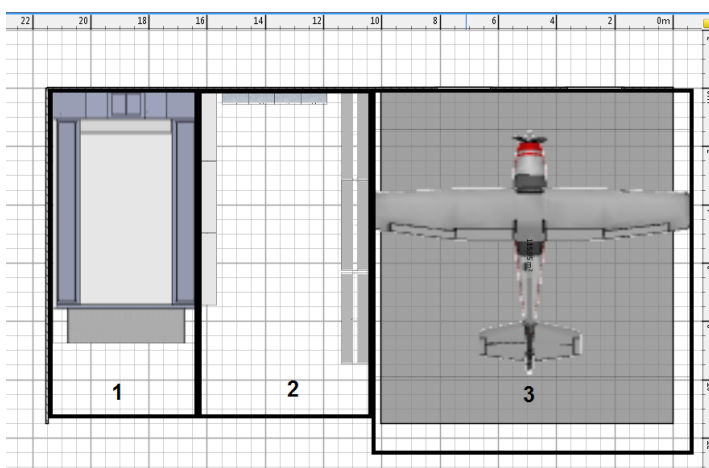


Figura A.11 Planta Pintura

1. Estufa de Pintura;
2. Área de Preparação;
3. Área de Pintura.

Tabela A.11 Resíduos

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Resíduos</b>
<b>Descrição/Uso</b>	Esta secção destina-se a receber os diferentes resíduos resultantes do trabalho elaborado no hangar
<b>Localização</b>	Piso 0
<b>Acabamentos</b>	Parede Trabalho futuro
	Chão Atenção na zona de resíduos dos óleos
	Teto Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Contentores especializados e individuais de cada tipo de resíduo
<b>Canalizações</b>	Água
<b>Sistemas de ventilação</b>	Trabalho futuro
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico
<b>Luz</b>	Luz fluorescente Luz natural
<b>Comunicações</b>	-
<b>Observações</b>	Secção localizada na zona sul do hangar, servida pela rua Rua Bartolomeu de Gusmão.
<b>Dimensões</b>	Largura: 5 m Comprimento: 10 m Área: 50 m <sup>2</sup>
<b>Input</b>	Resíduos do hangar
<b>Output</b>	Resíduos do hangar

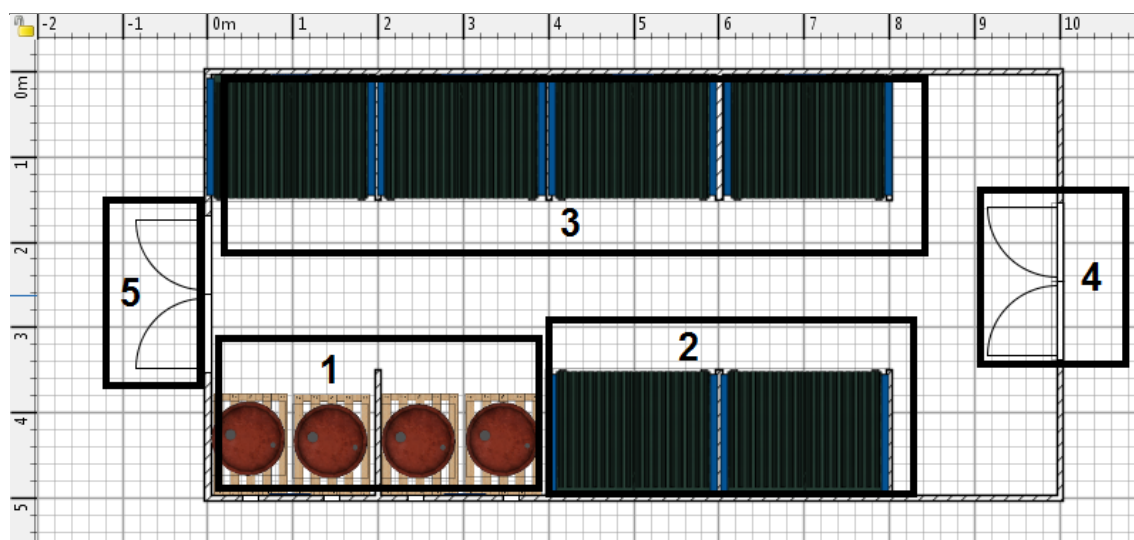


Figura A.12 Planta Secção dos Resíduos

1. Área dos óleos;
2. Área de resíduos diversos;
3. Área de resíduos diversos;
4. Porta de acesso ao hangar;
5. Porta de saída.

Tabela A.12 Serralharia

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Serralharia</b>	
<b>Descrição/Uso</b>	Esta secção serve de apoio à secção de estruturas e por sua vez de apoio direto à manutenção	
<b>Localização</b>	Piso 0	
<b>Acabamentos</b>	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto	Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Bancadas de trabalho, torno, esmeril, todas as ferramentas adequadas Para além das ferramentas existentes deverão existir estantes e armários para armazenamento de matérias-primas e utensílios/ferramentas	
<b>Canalizações</b>	Ar comprimido Lavatório de serviço Estação de lava-olhos	
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ar condicionado Sistemas de ventilação	
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório	
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásica	
	Trifásico	
<b>Luz</b>	Luz fluorescente	
	Luz natural	
<b>Comunicações</b>	Linha telefónica	
	Internet	
<b>Observações</b>	Adjacente a esta secção deverá estar ainda uma secção de soldadura	
<b>Dimensões</b>	Largura: 5,75 m	
	Comprimento: 15 m	
	Área: 86,25 m <sup>2</sup>	
<b>Input</b>	Material novo/usado que esteja sujeito a manutenção	
<b>Output</b>	Material pronto utilizar na manutenção	
	Resíduos	

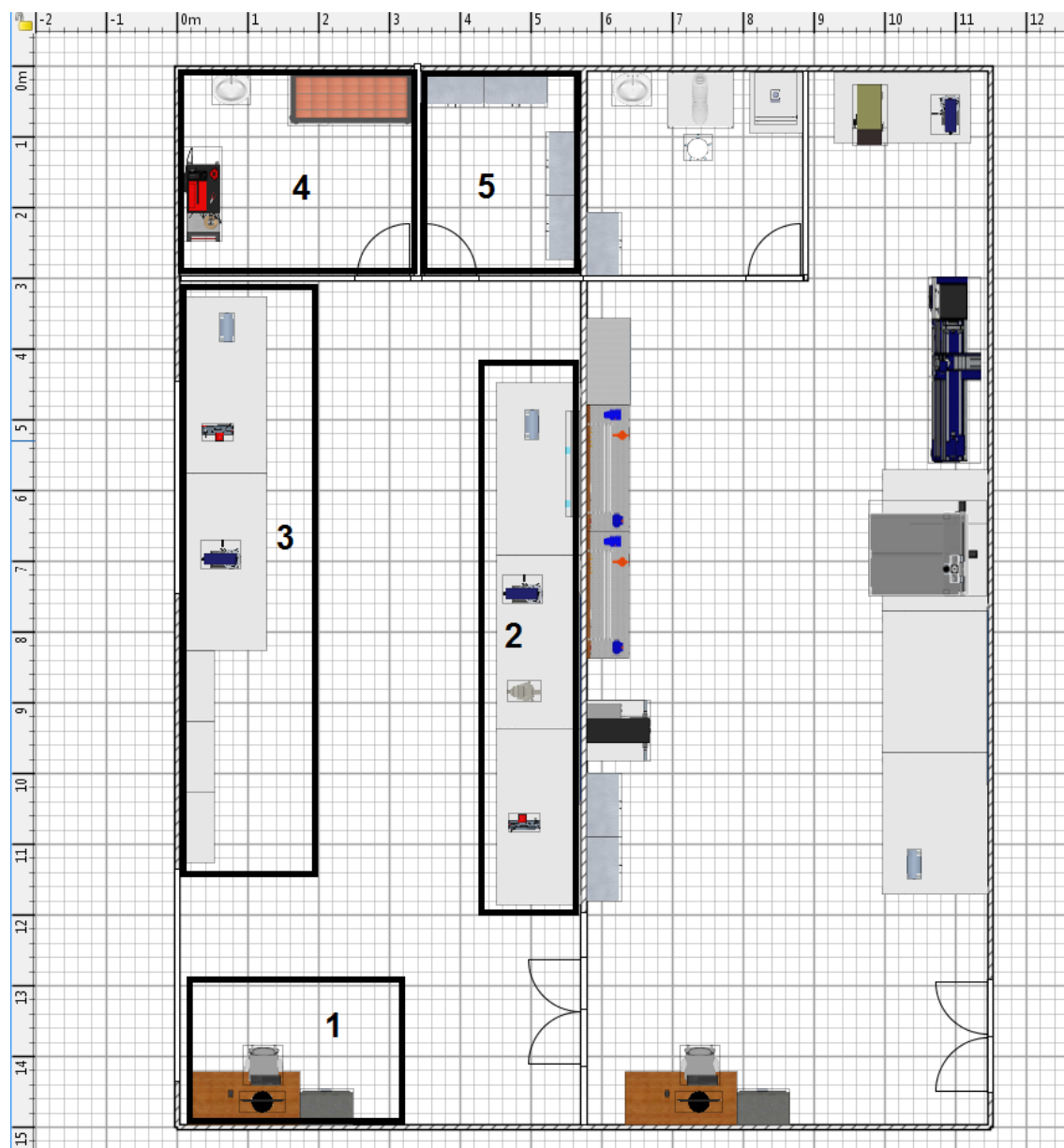


Figura A.13 Planta da Serralharia

1. Área administrativa;
2. Área de equipamento especializado;
3. Área de equipamento especializado;
4. Área de soldadura;
5. Armazém.

Tabela A.13 Sofinare

<b>Tipo de sala/ Secção</b>	<b>Sofinare</b>
<b>Descrição /Uso</b>	Esta secção está destinada à manutenção de sistemas elétricos, eletrónicos e aviónicos. Dentro desta secção teremos uma área de trabalho, um arquivo, uma sala limpa, um armazém e uma sala de reuniões.
<b>Localização</b>	Piso 1
<b>Acabamentos</b>	Parede
	Devido à atmosfera que o laboratório e a sala limpa exigem seria ideal que a parede da sala fosse uma parede do próprio hangar para facilitar extração e insuflação de ar.
	Chão
	Anti estático
	Teto
	Será no teto que andarão as condutas de ar condicionado, as linhas elétricas para iluminação, etc.
<b>Equipamentos base</b>	Bancadas de trabalho, estantes de material aeronáutico, estantes de material não aeronáutico, arquivo vertical.
<b>Canalizações</b>	Lavatório de serviço Ar comprimido nas bancadas de trabalho Sistemas de vácuo nas bancadas de trabalho Estação de lavagem de olhos
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ar condicionado em todas as áreas, extração e insuflação nas áreas de trabalho, sistema especializado de atmosfera controlado na sala limpa.
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico Trifásico A instalação elétrica que virá a servir as bancadas deveria contemplar a distribuição de 115vac 60Hz, 115vac 400Hz e 26vac 400Hz. A sofinare dispõe de "inverters" que geram essas tensões.
<b>Luz</b>	Preferencialmente luz natural, luz florescente ou led
<b>Comunicações</b>	Linha de telefone e internet
<b>Observações</b>	Ter cuidado de fazer um estudo de ruído desta sala bem como da área envolvente e coloca-la numa zona de baixo ruído eletromagnético. Sala para técnicos no rés-do-chão (parte administrativa) Como a Sofinare é uma empresa dentro do Grupo 7Air criar zona de promoção da mesma na recepção do hangar.
<b>Sala Limpa</b>	Divisão pressurizada Criação de câmara de pressurização e eliminação de partículas Tratamento de vulcanização (forrar paredes para evitar fugas) Encostar esta sala a uma parede para maior eficiência na ventilação Controlo de acesso
<b>Dimensões</b>	Largura: 13 m Comprimento: 10 m Área: 130 m <sup>2</sup>
<b>Input</b>	Equipamentos para overhaul
<b>Output</b>	Equipamento reparado Elementos removidos para sucata Elementos para subcontratação



Figura A.14 Planta Sofinare

1. Área de manutenção e reparação;
2. Armazém;
3. Sala de descontaminação;
4. Sala limpa;
5. Sala de reuniões;
6. Entrada;
7. Escadas de acesso à secção elétrica;
8. Porta de acesso ao gabinete do DME.

Tabela A.14 Tratamentos Químicos

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Tratamentos químicos - tratamentos eletrolíticos</b>	
<b>Descrição/Uso</b>	Esta secção destina-se à aplicação de tratamentos químicos aos diferentes componentes da aeronave.	
<b>Localização</b>	Piso 1	
<b>Acabamentos</b>	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto	Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Todo o equipamento necessário para a aplicação dos químicos Para além dos equipamentos existentes deverão existir estantes e armários para arrumação dos componentes a interencionar e utensílios/ferramentas	
<b>Canalizações</b>	Ar comprimido Lavatório de serviço Estação lava-olhos	
<b>Sistemas de ventilação</b>	Extratores Ar condicionado	
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório	
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásico	
	Trifásico	
<b>Luz</b>	Luz fluorescente	
<b>Comunicações</b>	Linha telefónica	
<b>Observações</b>	-Esta unidade de processos especiais necessita de certificação para cada um dos processos, exige também uma área de armazenamento de produtos químicos. -Esta secção exige uma estação de tratamento de efluentes para tratar resíduos que resultam da aplicação de tratamentos eletrolíticos.	
<b>Dimensões</b>	Largura: 6 m	
	Comprimento: 11,5 m	
	Área: 69 m <sup>2</sup>	
<b>Input</b>	Materiais sujeitos a tratamentos químicos e agentes químicos para a realização dos mesmos	
<b>Output</b>	Materiais com o respetivo tratamento químico efetuado Resíduos dos tratamentos eletrolíticos	

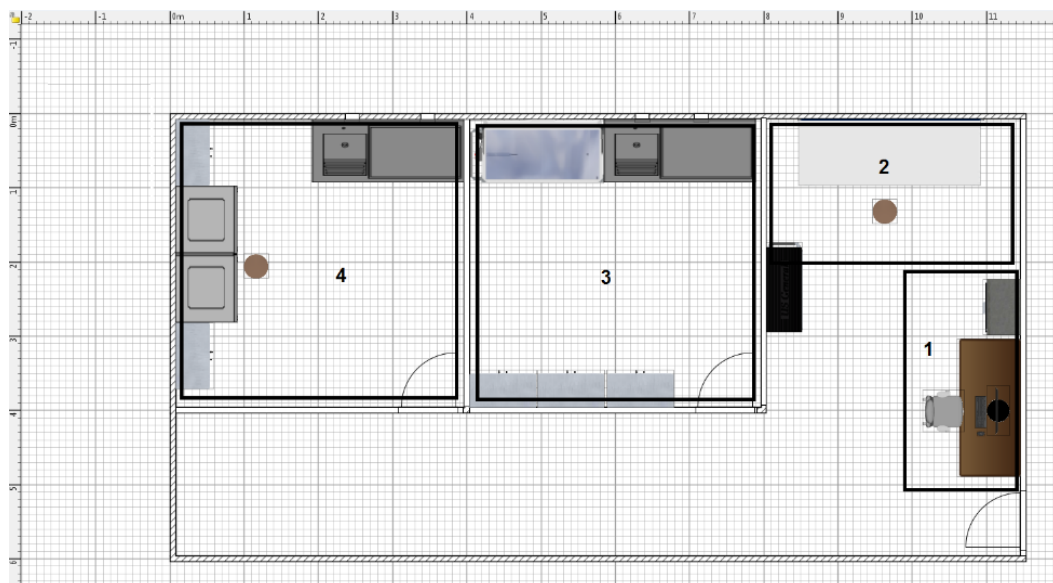


Figura A.15 Secção dos Tratamentos Químicos

1. Área administrativa;
2. Bancada de trabalho;
3. Cadmiagem;
4. Anodização.

Tabela A.15 Travões, Jantes e Pneus

Tipo de sala/Secção	Travões, Jantes e Pneus	
Descrição/Usó	Esta secção destina-se à manutenção e armazenamento de travões, jantes e pneus	
Localização	Piso 0	
Acabamentos	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Deverá ser anti deslizante, lavável e anti estático
	Teto	Trabalho futuro
Equipamento base	Bancadas de trabalho Para além das ferramentas existentes deverão existir estantes e armários para armazenamento de utensílios/ferramentas	
Canalizações	Ar comprimido Lavatório de serviço	
Sistemas de ventilação	Ar condicionado	
Proteção contra fogo	Obrigatório	
Corrente elétrica	Monofásica	
	Trifásica	
Luz	Luz fluorescente	
Comunicações	Linha telefónica	
Observações	Esta secção deve ter uma zona de limpeza e um elevador que facilite a deslocação de peças entre as bancadas	
Dimensões	Largura: 5,5 m	
	Comprimento: 11,5 m	
	Área: 63,25 m <sup>2</sup>	
Input	Travões, jantes, pneus e componentes para manutenção/armazenamento	
Output	Equipamento pronto a utilizar	
	Componentes para a sucata	

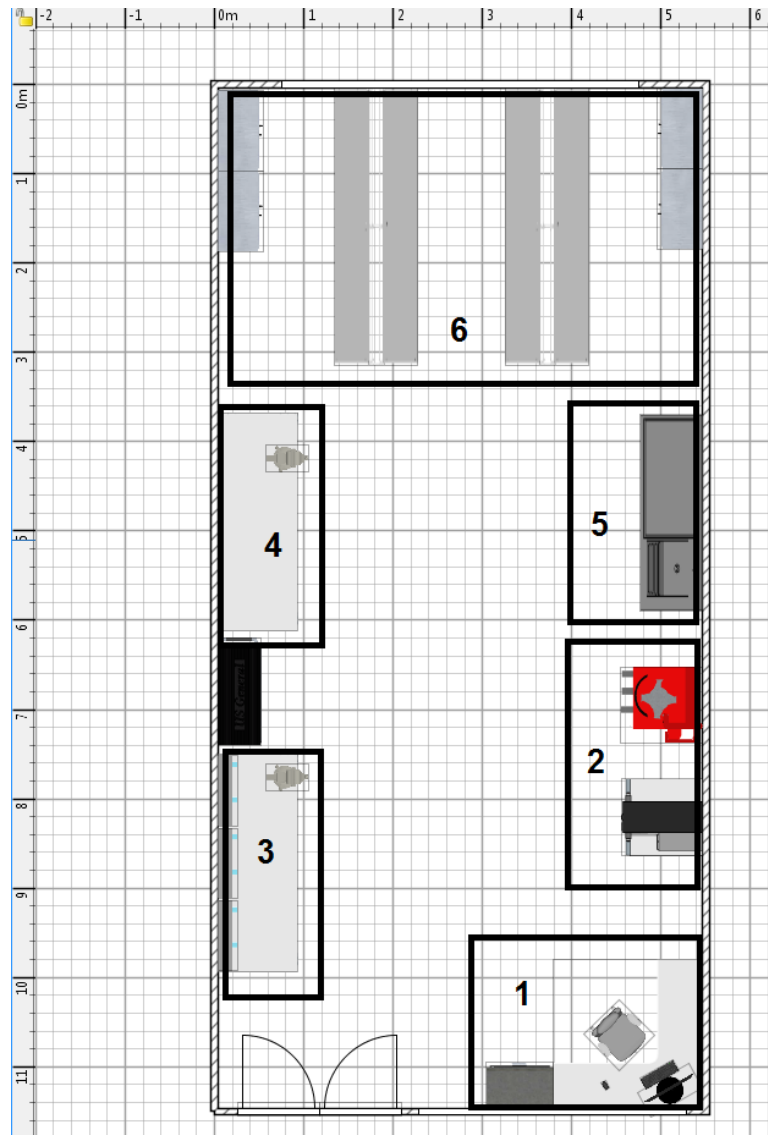


Figura A.16 Secção Travões, Jantes e Pneus

1. Área administrativa;
2. Equipamento especializado;
3. Bancada travões;
4. Bancada Jantes;
5. Área de limpeza;
6. Armazenamento de componentes/ferramentas.

Tabela A.16 Formação de Técnicos

Tipo de sala/Secção		Formação de técnicos
Descrição/Uso		Esta secção destina-se ao treino e formação de pessoal associado à manutenção, nomeadamente TMA's
Localização		Esta secção tem uma grande liberdade quanto à sua localização
Acabamentos	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Trabalho futuro
	Teto	Trabalho futuro
Equipamento base		Mesas, cadeiras, arquivos, quadro e todo o material necessário à formação
Canalizações		Trabalho futuro
Sistemas de ventilação		Ar condicionado
Proteção contra fogo		Obrigatório
Corrente elétrica		Monofásico
Luz		Luz fluorescente Luz natural
Comunicações		Linha telefónica Internet
Observações		Esta secção estará distribuída por dois pisos. No piso 0 existirá uma sala dividida por módulos onde os alunos terão contacto prático com os temas abordados na sala de aula do piso 1.
Dimensões		Largura: 8 m Comprimento: 11,5 (piso 0) / 10 (piso 1) Área: 92 m <sup>2</sup> (piso 0) / 80 m <sup>2</sup> (piso 1)
Input		-
Output		-

Tabela A.17 Material Não Aeronáutico

Tipo de sala/Secção		Material não-aeronáutico
Descrição/Uso		Esta secção destina-se ao armazenamento de material não aeronáutico
Localização		Cave
Acabamentos	Parede	Trabalho futuro
	Chão	Trabalho futuro
	Teto	Trabalho futuro
Equipamento base		Bancadas de armazenamento
Canalizações		Trabalho futuro
Sistemas de ventilação		Ar condicionado
Proteção contra fogo		Obrigatório
Corrente elétrica		Monofásico
Luz		Luz fluorescente
Comunicações		Linha telefónica e internet
Observações		Esta secção deverá facilitar a requisição rápida de por exemplo, fita-cola, papel, etc., sendo assim esta deve ter uma organização semelhante ao armazém.
Dimensões		10 m <sup>2</sup>
Input		Material novo para uso/armazenamento no geral
Output		Material novo para uso no geral

Tabela A.18 Gabinetes Jurídicos

<b>Tipo de sala/Secção</b>	<b>Gabinetes jurídicos</b>	
<b>Descrição/Uso</b>	Esta secção destina-se à parte burocrática do hangar	
<b>Localização</b>	Piso 1 e Piso 2	
<b>Acabamentos</b>	Parede	-Isolante acústico
	Chão	Trabalho futuro
	Teto	Trabalho futuro
<b>Equipamento base</b>	Cadeiras, mesa, arquivos	
<b>Canalizações</b>	Trabalho futuro	
<b>Sistemas de ventilação</b>	Ar condicionado	
<b>Proteção contra fogo</b>	Obrigatório	
<b>Corrente elétrica</b>	Monofásica	
<b>Luz</b>	Luz natural	
	Luz fluorescente	
<b>Comunicações</b>	Linha telefónica, internet	
<b>Observações</b>	Estas secções tem de ter a capacidade de serem alteradas em termos de tamanho. Estudos posteriores de ruído terão de ser realizados e consoante os resultados aplicar um isolante acústico ou não nas paredes	
<b>Input</b>	-	
<b>Output</b>	-	

## B. Folhas Técnicas

### Kardex Remstar Carrossel Horizontal



Unit:	1	2	3	4	
Unit designation:	HC-N450-82	HC-N450-82	HC-N450-82		
Carrier quantity:	20	20	20		
Width:	1740	1740	1740		[mm]
Length:	9540	9540	9540		[mm]
Height:	2659	2659	2659		[mm]
Required room height:	2709	2709	2709		[mm]
Base area:	16,6	16,6	16,6		[m <sup>2</sup> ]
Average floor load:	674	674	674		[kg/m <sup>2</sup> ]
Cycle speed:	0,4	0,4	0,4		[m/s]
Motor power:	1 x 1,5	1 x 1,5	1 x 1,5		[kW]

Figura B.1 Especificações Kardex Remstar Carrossel Horizontal

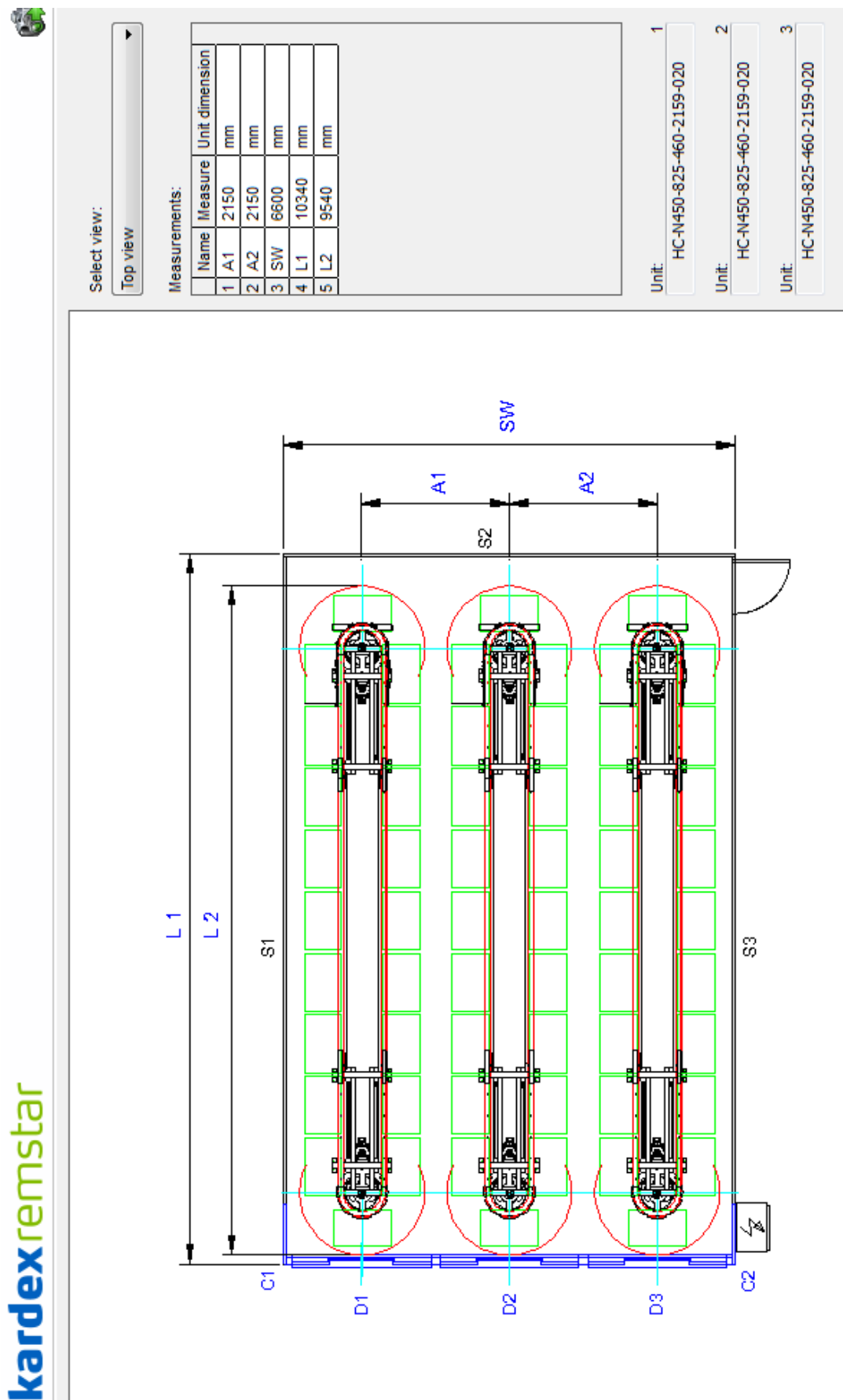


Figura B.2 Planificação Kardex Remstar Carrossel Horizontal

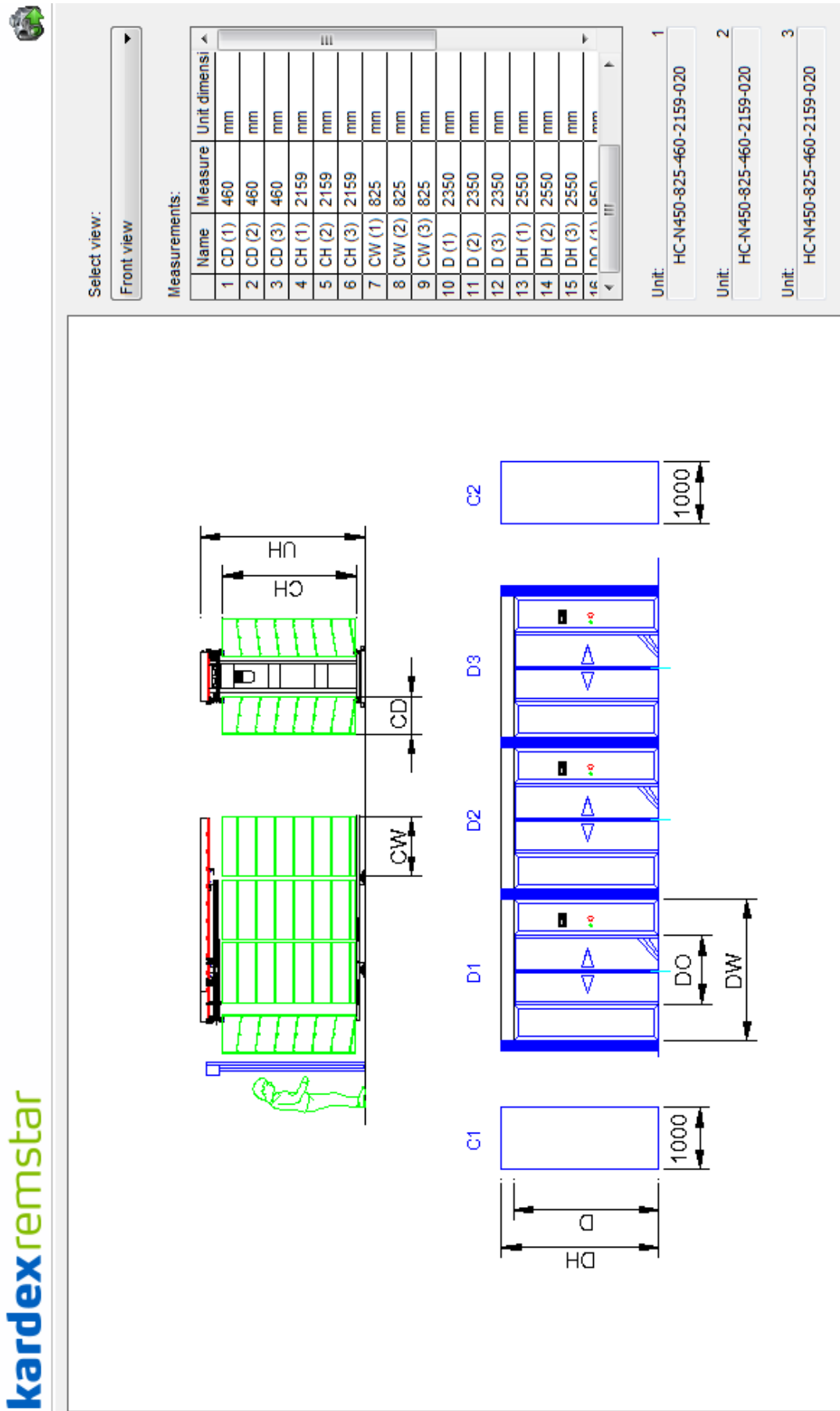


Figura B.3 Planificação Kardex Remstar Carrossel Horizontal

## Ensaio Não Destrutivo

### OmniScan SX

Housing	
Overall dimensions (W x H x D)	267 mm x 208 mm x 94 mm (10.5 in. x 8.2 in. x 3.7 in.)
Weight	3.4 kg (7.5 lb) with battery
Data Storage	
Storage devices	SDHC card or most standard USB storage devices
Data file size	300 MB
I/O Ports	
USB ports	2 USB ports, compliant with USB 2.0 specifications
Audio alarm	Yes
Video output	Video out (SVGA)
I/O Lines	
Encoder	2-axis encoder line (quadrature, up, down, or clock/direction)
Digital input	4 digital TTL inputs, 5 V
Digital output	3 digital outputs TTL, 5 V, 15 mA maximum per output
Acquisition on/off switch	Yes, through configuration of a digital input
Power output line	5 V, 500 mA power output line (short-circuit protected)
Pace input	5 V TTL pace input
Display	
Display size	21.3 cm (8.4 in.) (diagonal)
Resolution	800 pixels x 600 pixels
Brightness	600 cd/m <sup>2</sup>
Viewing angles	Horizontal: -80° to 80° Vertical: -60° to 80°
Number of colors	16 million
Type	TFT LCD
Power Supply	
Battery type	Smart Li-ion battery
Number of batteries	1
Battery life	Minimum 6 hours under normal operating conditions
Environmental Specifications	
Operating temperature range	-10 °C to 45 °C (14 °F to 113 °F)
Storage temperature range	-20 °C to 60 °C (-4 °F to 140 °F) with battery -20 °C to 70 °C (-4 °F to 158 °F) without battery
Relative humidity	Max. 70% RH at 45°C noncondensing
Ingress protection rating	Designed to meet requirements of IP66
Shockproof rating	Drop-tested according to MIL-STD-810G 516.6



Ultrasound Specifications (applies to OMNISX-1664PR)		
Connectors	1 Phased Array connector: Olympus PA connector 2 UT connectors: LEMO 00	
Number of focal laws	256	
Probe recognition	Automatic probe recognition	
Pulsar/Receiver		
Aperture	16 elements	
Number of elements	64 elements	
Pulsar	PA Channels	UT Channel
Voltage	40 V, 80 V, and 115 V	95 V, 175 V, and 340 V
Pulse width	Adjustable from 30 ns to 500 ns; resolution of 2.5 ns	Adjustable from 30 ns to 1,000 ns; resolution of 2.5 ns
Pulse shape	Negative square wave	Negative square wave
Output impedance	35 Ω (pulse-echo mode); 30 Ω (pitch- catch mode)	<30 Ω
Receiver	PA Channels	UT Channel
Gain	0 dB to 80 dB, maximum input signal 550 mVp-p (full-screen height)	0 dB to 120 dB maximum input signal 94.5 Vp-p (full-screen height)
Input impedance	60 Ω (pulse-echo mode); 150 Ω (pitch- catch mode)	60 Ω (pulse-echo mode); 50 Ω (pulse-receive mode)
System bandwidth	0.6 MHz to 18 MHz (-3 dB)	0.25 MHz to 28 MHz (-3 dB)
Beamforming		
Scan type	Sectorial or linear	
Group quantity	1	
Data Acquisition	PA Channels	UT Channel
Digitizing frequency	400 MHz (12 bits) after interpolation per 5/4	400 MHz (12 bits) after interpolation per 4
Maximum pulsing rate	Up to 6 kHz (C-scan)	
Data Processing	PA Channels	UT Channel
Number of data points	Up to 8,192	
Real-time averaging	PA: 2, 4, 8, 16	UT: 2, 4, 8, 16, 32, 64
Rectifier	RF, full wave, half wave +, half wave -	
Filtering	3 low-pass, 3 band-pass, and 5 high-pass filters	3 low-pass, 6 band-pass, and 3 high-pass filters (8 low-pass filters when configured in TOFD)
Video filtering	Smoothing (adjusted to probe frequency range)	
Data Visualization		
A-scan refresh rate	A-scan: 60 Hz; S-scan: 60 Hz	
Data Synchronization		
On internal clock	1 Hz to 6 kHz	
On encoder	On 2 axes: from 1 to 65,536 steps	
Programmable Time-Corrected Gain (TCG)		
Number of points	16: One TCG (time-corrected gain) curve per focal law	
Maximum slope	40 dB/10 ns	
Alarms		
Number of alarms	3	
Conditions	Any logical combination of gates	

[www.olympus-ims.com](http://www.olympus-ims.com)

**OLYMPUS**

**OLYMPUS NDT INC.**  
48 Wood Avenue, Waltham, MA 02453, USA, Tel.: (1) 781-419-2900  
12569 Gulf Freeway, Houston, TX 77034, USA, Tel.: (1) 281-922-9300  
**OLYMPUS NDT CANADA INC.**  
505, boul. du Parc Technologique, Québec (Québec) G1P 4B9, Tel.: (1) 418-872-1155  
1109 75 Ave, Edmonton (Alberta) T6P 1L4

For enquiries - contact  
[www.olympus-ims.com/contact-us](http://www.olympus-ims.com/contact-us)

OLYMPUS NDT INC. is ISO 9001 and 14001 certified  
\*All specifications are subject to change without notice.  
All brands are trademarks or registered trademarks of their respective owners and third party entities.  
Copyright © 2019 by Olympus.



OmniScan\_SK\_EN\_LTR\_201906 • Printed in Canada • PIN: 920-269-EN Rev. A

Figura B.4 OmniScan SX



Figura B.5 Aerocheck+

**SPECIFICATIONS**

		AEROCHECK	AEROCHECK+
Probe	Connectors	12 Way Lemo 2b (Absolute, Bridge and Reflection) and Connection Lemo 00 (for single element absolute probes).	Simultaneous probe operation possible using Lemo 12 way and Lemo 00.
	Rotary	600-3000 rpm - Ether Mercury Drive (ADR002), Hocking 33A100, Rohmann MR3, SR1 and SR2 Drive (special adapter needed)	
Frequency		Single Freq. = 20Hz – 20MHz with range variable resolution.	Dual Freq. = 10Hz - 12.8MHz
Gain	Overall Input Drive	-18 to + 100 dB, 0.1, 1 and 6dB steps (100dB maximum)	0dB or 12dB
	Max X/Y Ratio	0dB or 6dB (0dB reference 1mW into 50 ohm).	0dB, 6dB and 10dB (0dB reference 1mW into 50 ohm).
Phase	Range	0.0-359.9°, 0.1° steps	
	Auto Phase	Allows phase angle to be automatically set to a pre set angle	
Filters	Normal High Pass	DC to 2kHz or Low Pass Filter, whichever is the lower in 1 Hz steps. Plus variable adaptive balance drift compensation 0.01 - 0.5 Hz (6 steps).	
	Normal Low Pass	1Hz to 2kHz or a quarter of the lowest test frequency, whichever is lower in 1 Hz steps.	
Balance	Manual	14 internal balance loads; 2.2µH, 5.0µH, 6.0µH, 6.5µH, 7.0µH, 7.5µH, 8.2µH, 12µH, 15µH, 18µH, 22µH, 30µH, 47µH, 82µH	Optimised balance load selection.
	Automatic		
Alarms	Box Sector Output	Fully configurable, Freeze, Tone or visual.	Fully configurable, Freeze, Tone or visual.
Display	Type	5.7" (145mm), 18 bit Colour, daylight readable.	
	Viewable Area	115.2mm (Horizontal) x 86.4mm (Vertical)	
	Resolution	640 x 480 pixels	
	Flip	Manual or automatic screen orientation change to enable left or right handed use.	
	Colour Schemes	User configurable Dark, Bright and Black & White	
	Configurable Screen	Full Screen, Single, Dual Spot or Dual Pane with variable size and location and function e.g. XY, Timebase, Waterfall and Meter.	
	Display Modes	Spot, Time base (0.1-20 seconds x 1-200 sweeps and up to 55 seconds), Waterfall and Meter with peak hold and % readout.	
	Graticules	None, Grid (4 sizes 5, 10, 15 and 20% FSH), Polar (4 sizes 5, 10, 15 and 20% FSH)	
	Offset	Spot Position: Y = -50 to +50, X = -65 to +65%	
	Digital Spot Position Readout	Display in X,Y or R,θ	
	Summary	Display of all settings in Legacy Format	
Removable Data Storage	Setup Storage	microSD up to 2GB, holding over 500 saves.	micro SD up to 32GB, holding over 10,000 settings)
	Stored Screen Shots	microSD up to 2GB, holding over 500 saves.	micro SD up to 32GB, holding over 10,000 screen shots)
	Record Replay	Comprehensive Record Replay and Storage	
Outputs	PC Connectivity	USB (Full PC remote control plus Real Time data)	
	Digital volt free alarm	On Lemo 12 way Open collector transistor (36v dc at 10mA max).	
	VGA	Full 15 way VGA output	
Languages		English, French, Spanish, Russian, Japanese, Chinese, Turkish.	
Verification Level		The system includes on delivery a 2 year validity Verification Level 2 detailed functional check and calibration as per ISO 15548-1:2013	
Power on Self Test		The system performs a self test on start up of external ram, sd ram, accelerometer, Micro SD card, LCD screen buffer.	
Power	External Battery	100-240 v 50-60Hz 30 Watts	
	Running Time	Internal 7.2V nominal @ 3100mAh = 22.32 watt.hr	
	Charging Time	Up to 8 hours with a 2MHz Pencil Probe 30% Back Light and up to 6 hours with a Rotary Drive at 3000rpm 50% duty cycle.	
Physical	Weight	2.5 hrs. charge time, Simultaneous charge and operation.	1.2 kg, 2.7 lbs.
	Size (w x h x d)	223 x 141 x 50 mm / 8.8 x 5.6 x 2.0 inches	237.5mm x 144mm x 52mm / 9.4" x 5.7" x 2.1"
	Material	Aluminium alloy Mg Si 0.5 powder-coated	
	Operating Temp	-20 to +60 °C	
	Storage Temp	Storage for up to 12 months -20 to +35 °C Nominal +20 °C	
	IP Rating	54	

**AEROCHECK+ ADVANCED FEATURES**

Advanced Features	Guides	Create and display a slide show containing instructions, tutorials and procedures using Microsoft PowerPoint.
	Attachments	Screenshots and Data Recordings are saved in a folder with the name of the Settings.
	Loop	Capture a live repetitive signal and then optimise the instrument settings (Phase, Gain, Filters) to simplify optimising the parameters
	Trace	Allows a calibration reference signal to be stored on the screen and then compared with the live signal
	Data Output	6 channel real-time post processed over USB at 8kHz overall for all 3 data pairs (X, Y and Mix) with DLL for embedding functionality into software.

**CONDUCTIVITY SPECIFICATION (AEROCHECK+ ONLY)**

Frequency	One frequency only 60kHz standard (choice of 120, 240 and 480kHz)
Accuracy	0.5%-10% IACS better than +/-0.05% IACS 10%-25% IACS better than +/-0.25% IACS 25%-60% IACS better than +/-0.5% IACS 60%-110% IACS better than +/-1% IACS Lift Off corrected to 1.0mm No temperature compensation All Errors at 90% Confidence Level
Resolution	3 decimal points max Auto Resolution Mode AutoS = Legacy Instrument, Auto = SigmaCheck

**EQUIPMENT KITS**

**STANDARD AEROCHECK SERIES KIT**

**IAER001** Instrument, AeroCheck, Single Frequency (20Hz-20MHz), Hand Held Portable Flaw Detector, Software + Manual on USB Stick  
**AWEL002** AeroCheck, Power Adapter + Input Plugs (UK, EU, US & Australia)  
**AWEL003** Adjustable Shoulder Strap, Padded with Quick-Release  
**AC006** Instrument Soft Carry Case  
**A090** USB Cable, A to MIN B  
**40449** Quick Reference Card – AeroCheck  
**ALLCX-M02-015A** Lead, Lemo 00 to Microdot, 1.5m (Absolute)  
**ALL12-L04-015R** Lead, Lemo 12-Way - Lemo 4-Way (Reflection)

**OPTIONAL ACCESSORIES**

**AWEL004** Hard Transit Case  
**AWEL005** Protective Splash Proof Cover / Rope Access (AeroCheck only)  
**AWEL006** External, 8 x AA Battery Holder with On/Off Switch  
**AWEL007** Wrist Strap  
**AWEL008** In car Power Adapter  
**ALL12-L04-015R** Lead, Lemo 12-Way - Lemo 4-Way, 1.5m (Reflection)  
**ALL12-L04-015B** Lead, Lemo 12-Way - Lemo 4-Way, 1.5m (Bridge)  
**ALLCX-M02-015A** Lead, Lemo 00 to Microdot, 1.5m (Absolute)  
**ALLCX-B02-015A** Lead, Lemo 00 to BNC, 1.5m (Absolute)  
**ARD002** Mercury (mini) Rotary Drive  
**ALL12-L12-020M** Lead to connect Mercury (mini - ARD002) Rotary Drive, Lemo 12-Way, 2m  
**ALL12-F08-020ETH** Adapter, lead to connect Rohmann Rotary Drive MR3, SR1 and SR2, Lemo 12-Way, 2m.  
**40470** Tripod Bracket To fit 1/4" Camera Tripod Mount with Male Screw  
**AAER003** Enhanced protection kit with hand strap(AeroCheck+ only)  
**A244** Hand Strap for Enhanced Protection Kit (AeroCheck+ only)

**PROBE KITS**

**KASUR001 KIT** Surface Inspection (4 probes, lead and AI and Fe Test Block)  
**KASUBS001 KIT** Sub Surface Inspection, Low Frequency (2 probes, lead and test piece)  
**KAROT001 KIT** Mercury Rotary Drive and Cable Only  
**KACON001 KIT** Conductivity Kit (Probe, Calibration and Cable) - (AeroCheck+ only)



Figura B.6 Especificações Aerocheck+



<b>Para / To:</b>	UBI – Marcos Moreira
<b>Morada / Address:</b>	Covilhã
<b>V. Ref<sup>o</sup> / Your Ref:</b>	Aerocheck
<b>Proposta / Offer N<sup>o</sup>:</b>	P2016-475
<b>Data / Date:</b>	16 de Junho 2016

**ASSUNTO:** Pedido de preços de equipamentos Eddy Currents Aerocheck

### I. Equipamentos

#	Descrição Produto	Ref.	P/Un (€)
<b>1</b>	KIT, AeroCheck, Single Frequency Eddy Current Portable Flaw detector inclui:	KIAER001	<b>6.950</b>
	• Equip AeroCheck, Single Frequency, (20Hz-20MHz) + software, Manual em USB com função rotativa	IAER001	
	• Acessório, WeldCheck, Power Adapter + Input Plugs	AWEL002	
	• Acessório, Adjustable Padded Shoulder Strap	AWEL003	
	• Acessório, Instrument Soft Carry Case	AC006	
	• Cabo USB - A to MINI B, 1m	AD90	
	• Quick Reference Card - WeldCheck - AeroCheck	40449	
	• Acessório, Lead, Lemo 00 to Microdot, 1.5m	ALLCX-M02-015A	
	• Acessório, Lead, Lemo 12-Way - Lemo 4-Way, 1.5m (Reflection)	ALL12-L04-015R	
<b>2</b>	KIT, AeroCheck+, Dual Frequency Eddy Current Portable Flaw detector inclui:	KIAER002	<b>8.300</b>
	• Equip AeroCheck, Single Frequency, (20Hz-20MHz) + software, Manual em USB com função rotativa	IAER002	
	• Acessório, WeldCheck, Power Adapter + Input Plugs	AWEL002	
	• Acessório, Adjustable Padded Shoulder Strap	AWEL003	
	• Acessório, Instrument Soft Carry Case	AC006	
	• Cabo USB - A to MINI B, 1m	AD90	
	• Quick Reference Card - WeldCheck - AeroCheck	40449	
	• Acessório, Lead, Lemo 00 to Microdot, 1.5m	ALLCX-M02-015A	
	• Acessório, Lead, Lemo 12-Way - Lemo 4-Way, 1.5m (Reflection)	ALL12-L04-015R	

Rua Bartolomeu Velho n<sup>o</sup> 689 – Hab 63 ; 4150- 124 PORTO - PORTUGAL | VAT No 509956777

Mod.WNDT 01-11

[www.weldndt.pt](http://www.weldndt.pt) | [www.facebook.com/WELDNDT](https://www.facebook.com/WELDNDT) |

Figura B.7 Orçamento do equipamento AeroCheck e Aerocheck+

	Target User	Function	Benefits
HMI Touch Screen Interface	Companies looking for a high-value wet bench unit to help increase processing time	Provides operator with better ease of use and more intuitive controls with a robust design	Improves productivity Increases inspection quality Decreases processing time Easy upgrades available
Adjustable Mag-Shot Timer	Companies who inspect parts for multiple customers	Allows the operator to set magnetization time from 0.5 to 2 seconds	Increases productivity by making the adjustment simple and readily accessible
Double Mag-Shot	Companies who must adhere to specifications which require two magnetizing shots for testing	Automatically initiates two magnetizing shots Operator enables this feature once instead of remembering to press the MAG button or push bar twice each time a part is tested	Increases repeatability Better inspection quality Increases productivity



### New Versatile Efficiency Upgrade Options

	Target User	Function	Benefits
Auto-Bath	Companies looking to decrease processing time for parts up to 22 inches long	Automatically clamps the part, bathes the part with magnetic particle bath, magnetizes the part, then unclamps the part	Decreases processing time by automating the magnetizing process
Auto-Mag	Companies looking to decrease processing time	Automatically clamps the part, magnetizes the part, then unclamps the part	Decreases processing time by automating part of the magnetizing process
Pneumatic Tallstock	Companies who inspect lengthy parts and require a long or extra-long frame	Automatically moves the tallstock along the rail for easy positioning	More ergonomic for the operator Reduce time to set tallstock Faster processing
Low-End Current Control	Companies who process small parts at lower amps and need tighter tolerances Companies who want to process a wide variety of parts on the same wet bench unit	Tightens the dial range for more precise amp control. Example: D-2060 low-end contact current range is 0-1500 amps (Range varies based on unit)	Versatile for many different inspection specification Efficient

		A-2030	AD-2045	ADH-2045	D-2060	D-2100
Contact Current Capacity	AC	3,000 amps	4,000 amp	4,000 amp	-	-
	HWDC	-	-	5,000 amp	-	-
	FWDC, 1 phase	-	5,000 amp	-	-	-
	FWDC, 3 phase	-	-	-	6,000 amp	10,000 amp
Demagnetizing		AC, decaying	AC, decaying	AC, decaying	DC, reversing	DC, reversing
Duty Cycle		ON: 0.5 sec OFF: 10 sec	ON: 0.5 sec OFF: 10 sec	ON: 0.5 sec OFF: 10 sec	ON: 0.5 sec OFF: 10 sec	ON: 0.5 sec OFF: 20 sec
HMI Touch Screen Interface		✓	✓	✓	✓	✓
Adjustable Mag-Shot Timer		✓	✓	✓	✓	✓
Double Mag-Shot		✓	✓	✓	✓	✓
Auto-Bath		new option	new option	new option	new option	new option
Auto-Mag		new option	new option	new option	new option	new option
Pneumatic Tallstock		new option	new option	new option	new option	-
Low-End Current Control		-	-	-	new option	new option

Figura B.8 Especificações AD-2045

Tabela B.1 Water-washable Fluorescent Penetrants - ZYGLO

Referência	Product	Level	Size	Qt.	Preço Unitário
056C061	ZL-15B	0.5	25 litres	1	381,22€
056C062	ZL-15B	0.5	200 litres	1	2.873,85€
056C185	ZL-19	1	25 litres	1	419,17€
056C186	ZL-19	1	200 litres	1	3.244,72€
056C205	ZL-60C	2	25 litres	1	479,55€
056C206	ZL-60C	2	200 litres	1	3.620,77€
008A008	ZL-60C	2	10 x 400ml aerosol	1	160,42€
056C010	ZL-60D	2	25 litres	1	560,62€
056C011	ZL-60D	2	200 litres	1	4.205,55€
056C034	ZL-67B	3	25 litres	1	734,85€
056C035	ZL-67B	3	200 litres	1	5.385,45€
056C201	ZL-56	4	25 litres	1	890,10€
056C202	ZL-56	4	200 litres	1	6.751,65

Tabela B.2 Post-emulsifiable Fluorescent Penetrants - ZYGLO

Referência	Product	Level	Size	Qt.	Preço Unitário
056C079	ZL-2C	2	25 litres	1	464,02€
056C080	ZL-2C	2	200 litres	1	3.244,72€
066C017	ZL-27A	3	25 litres	1	465,52€
066C016	ZL-27A	3	200 litres	1	4.600,00€
008A002	ZL-27A	3	10 x 400ml aerosol	1	167,32€
066C020	ZL-37	4	25 litres	1	752,10€
066C019	ZL-37	4	200 litres	1	5.611,42€

Tabela B.3 Water-washable Fluorescent Penetrants - AUTOGLO

Referência	Product	Level	Size	Qt.	Preço Unitário
056C224	AL-4B	0.5	25 litres	1	281,17€
056C225	ZL-2C	0.5	200 litres	1	1.750,87€
056C226	ZL-27A	0.5	1000 litres	1	8.625,00€

Tabela B.4 Removers and Emulsifiers

Referência	Product	Description	Size	Qt.	Preço Unitário
054C007	SKC-S	Solvent-based Remover	4 x 5 litres	1	298,42€
054C008	ZL-2C	Solvent-based Remover	25 litres	1	331,20€
008A100	ZL-27A	Solvent-based Remover	10 x 400ml aerosol	1	127,65€

Tabela B.5 Developers

Referência	Product	Description	Size	Qt.	Preço Unitário
055C023	ZP-4B	Dry Powder	5 Kg	1	310,50€
055C002	ZP-5B	Water-suspendible	5 Kg	1	255,30€
008A010	ZP-9F	Solvent-based	10 x 400ml aerosol	1	158,70€
055C010	ZP-14A	Water-soluble	5 Kg	1	219,07€

## Castan



### RENDIMENTO:

Rendimento aproximado: 100 a 200 g/m<sup>2</sup> por demão.

### DADOS TÉCNICOS

Densidade	1,15 a 1,22
Matéria fixa	75%
Viscosidade Brookfield	51
Dureza ao pêndulo (DIN53175)	180 seg.
Resistência à abrasão S Taber Abraser CS 17/1000	49,6 mg
Seco ao pó	2 a 3 horas
Seco ao tacto	4 a 6 horas
Transitável	24 horas
Cura total	7 dias

### LIMPEZA DE FERRAMENTAS

No estado fresco, as ferramentas podem ser limpas com Castan Diluente PU. Após endurecimento, a limpeza só é possível através de meios mecânicos.

### SEGURANÇA

Após o endurecimento, o produto é inócuo. No estado fresco, pode irritar a pele. Se qualquer dos componentes ou mistura salpicar os olhos, nariz ou boca, lavar abundantemente com água corrente e consultar o médico. Devem ser utilizadas luvas e óculos durante o manuseamento dos produtos. No estado líquido, os produtos não devem ser lançados no solo, esgotos, ou cursos de água.

Ver secção *Fichas de Segurança*.

### NOTA IMPORTANTE

As recomendações e propriedades do produto são apresentadas de boa-fé, sendo baseadas no que se acreditam ser as informações mais rigorosas e seguras disponíveis. Apesar de, durante o seu respetivo processo produtivo, os produtos Castan serem submetidos a exigentes testes de qualidade, nenhuma garantia específica poderá ser dada atendendo ao facto de os resultados finais não dependerem somente da qualidade do produto mas também de outros fatores para além do nosso controlo. Dado que as reais condições de aplicação e de utilização poderão influenciar o comportamento do produto ou do sistema de revestimento, recomendamos a realização de ensaios e testes em cada situação específica. Esta ficha técnica substitui uma eventual versão anterior e, em caso de nova atualização, a informação aqui apresentada perderá a sua validade, sendo substituída com a publicação de uma revisão com data posterior.

Figura B.9 Ficha Técnica PU PRO UV

**CASTAN  
TECHNICAL**

## CASTANFLOOR EP COLOR

FICHA TÉCNICA C.4.1 ◊ ÚLTIMA REVISÃO ◊ JANEIRO 2014

### RENDIMENTO

Relação A/B: 2,00/1,00

### DADOS TÉCNICOS

Densidade	1,12 kg/m <sup>3</sup>
Pot life a 20° C	30 a 45 min.
Seco ao tacto	3 a 7 horas
Transitável	12 horas
Cura total	7 dias
Transição vítrea	54° C
Flexão	80 Mpa
Flexa	23 mm
Tração	42 Mpa
Alargamento	11%

#### Dureza Buchholz (em filme de 500)

Dias	10° C	23° C
1	<33	65
2	40	80
3	73	100

#### Resistência mecânica para uma argamassa 1:6

(EP: areia 0-1,2 mm)

Tipo de endurecim.	Flexotração Mpa	Compressão Mpa	Módulo GPa	Densidade g/cm <sup>3</sup>
54° C	33	100	15	2,1

### LIMPEZA DE FERRAMENTAS

No estado fresco, as ferramentas podem ser limpas com Castan Diluente PU. Após endurecimento, a limpeza só é possível através de meios mecânicos.

### SEGURANÇA

Após o endurecimento, o produto é inócuo. No estado fresco, pode irritar a pele. Se qualquer dos componentes ou mistura salpicar os olhos, nariz ou boca, lavar abundantemente com água corrente e consultar o médico. Devem ser utilizadas luvas e óculos durante o manuseamento dos produtos. No estado líquido, os produtos não devem ser lançados no solo, esgotos, ou cursos de água.

Ver secção *Fichas de Segurança*.

### NOTA IMPORTANTE

As recomendações e propriedades do produto são apresentadas de boa-fé, sendo baseadas no que se acreditam ser as informações mais rigorosas e seguras disponíveis. Apesar de, durante o seu respetivo processo produtivo, os produtos Castan serem submetidos a exigentes testes de qualidade, nenhuma garantia específica poderá ser dada atendendo ao facto de os resultados finais não dependerem somente da qualidade do produto mas também de outros fatores para além do nosso controlo. Dado que as reais condições de aplicação e de utilização poderão influenciar o comportamento do produto ou do sistema de revestimento, recomendamos a realização de ensaios e testes em cada situação específica.

Esta ficha técnica substitui uma eventual versão anterior e, em caso de nova atualização, a informação aqui apresentada perderá a sua validade, sendo substituída com a publicação de uma revisão com data posterior.

Figura B.10 Ficha Técnica EP COLOR

## Megadoor VL3190

Tabela B.6 Especificações Megadoor VL3190

### Features

Max size: (W/H) depending on wind load*	19000 x 20000 mm
Door leaf thickness:	290 mm
Fabric types:	Standard: Polyester (coating: plasticised PVC) Options: Arctic, sound reduction, heat resistant, security
Color:	9 standard colours
Guide rails material:	Aluminium
Windows:	Vision panels (width 800 mm standard)
Seals:	Bottom, side and top seal
Operation:	Standard: Electrical operator Optional: Automated operation, Access control, Safety functions

\*Other sizes available on request.

Note! For larger openings, see Megadoor Special Doors with virtually no size limitations other than what is practical. Megadoor Special Doors can be delivered as large single belt doors (with 2-motor drive), large single wire rope doors or multiple door systems.

### Performance

Operating speed:	0.15-0.25 m/s
Wind load resistance: (differential pressure)	Can withstand almost any wind load by varying the size and the spacing of the intermediate sections.
Wind speed, door in motion:	< 20 m/s
Sound reduction (standard):	15 dB Rw (ISO 717)
Water resistance:	Class 3 (EN 12425, 0.11 kPa (for a closed door)
Air permeability:	Class 2-3 (EN 12426)
Operating environment temperature range:	-35 °C to +70 °C
Thermal transmittance:	Depending on door size. Specific data on request.



## C. Proposta do gabinete de arquitetura (anterior ao estudo)



**POÇO**  
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Projecto de Arquitectura  
PROPOSTA 4897  
Setembro 2015  
— arq. Dora Coelano arq. Rui Calmeiro

GRUPO SEVEN AIR  
Obra  
Hangar  
Local  
Aeródromo Municipal de Cascais  
Tires - Cascais

Figura C.1 Projeto de Arquitetura (Vista da Entrada)



**POÇO**  
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Projecto de Arquitectura  
PROPOSTA 4897  
Setembro 2015  
— arq. Dora Coelano arq. Rui Calmeiro

GRUPO SEVEN AIR  
Obra  
Hangar  
Local  
Aeródromo Municipal de Cascais  
Tires - Cascais

Figura C.2 Projeto de Arquitetura (Vista do Portão)



**POÇO**  
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Projecto de Arquitectura  
**PROPOSTA 4897**  
Setembro 2015  
arq. Dora Caetano arq. Rui Calmeiro

**GRUPO SEVEN AIR**  
Obra  
**Hangar**

Local  
Aeródromo Municipal de Cascais  
Tires - Cascais

Figura C.3 Projeto de Arquitetura (Vista do Interior)