



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

**Manutenção *Paperless***  
**Estudo de viabilidade de implementação de um**  
***Electronic Logbook***

**Ricardo Manuel Branco Moura Sobral Pires**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Aeronáutica**  
(Ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor José Manuel Lourenço da Saúde  
Coorientador: Eng. Paulo Jorge Gomes de Andrade Pestana

**Covilhã, 10 fevereiro de 2017**



# Dedicatória

Aos meus Pais e ao meu Irmão.



# Agradecimentos

Esta dissertação encerra um capítulo de uma graduação académica. Que é em parte importante para mim enquanto pessoa e futuro profissional. Porém nenhum sucesso vem simplesmente do individuo, pois conta sempre com o suporte de terceiros. Assim sendo gostaria de agradecer pessoalmente às seguintes pessoas:

Ao Professor Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde, pela orientação deste trabalho, bem como à sua disponibilidade em me ter recebido para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Engenheiro Paulo Jorge Gomes de Andrade Pestana, por me ter recebido num estágio curricular, e a todo o departamento de Manutenção e Engenharia da *NetJets Europe* pois foram fundamentais no esclarecimento de duvidas bem como na partilha de conhecimentos.

Gostaria de agradecer a toda a minha família pelo suporte e pelo apoio incondicional que me deu ao longo destes 5 anos académicos.

Por último, aproveito também para deixar uma palavra de apreço e gratidão a todos os meus amigos pelo companheirismo e espirito académico demonstrado.

A estas pessoas expresso o meu maior profundo agradecimento.

Muito Obrigado.



# Resumo

Os registos técnicos das aeronaves, nomeadamente as cadernetas de voo, são meios para avaliar o estado de aeronavegabilidade de uma aeronave e dos seus componentes, e servem também para o registo de anomalias verificadas nas aeronaves. Tradicionalmente, estes registos são manuscritos e a legibilidade e a confiabilidade destes é por vezes posta em causa. Os registos técnicos incompletos levam também a uma compreensão errada com riscos para segurança da operação das aeronaves.

Por outro lado, no processo de papel a entrada e atualização de dados nas páginas do Aircraft Technical Log é suportada muitas vezes com recurso a meios alternativos, via telefone e/ou e-mail. Isto é puramente justificado pois os centros de controlo de manutenção não têm visibilidade da atividade que é registada no Aircraft Technical Log. O processo atual não é robusto suficiente para fazer face a estes problemas recorrentes.

A grande vantagem que os Electronic Logbooks trazem para indústria aeronáutica resume-se a uma questão de oportunidade, em que os dados estão disponíveis em tempo real e poderão para desta forma serem trabalhados. Com a introdução desta plataforma, o Electronic Logbook, um operador aéreo poderá assim ganhar eficiência operacional.

Com o recente aparecimento do *Electronic Logbook* as vantagens desta nova plataforma face aos inconvenientes do atual processo de registo de anomalias das aeronaves são evidentes.

Podemos afirmar, que o Electronic Logbook se insere numa perspetiva de independência do formato de papel, porém, a mais valia desta nova plataforma insere numa visão de alcançar uma melhoria de processo que anteriormente estava muito limitada pelas cadernetas em formato de papel, e que era muitas vezes retardador para a obtenção de informações pertinentes, para o sucesso de operacional de uma companhia aérea.

## Palavras-Chave

Aircraft Technical Log, Manutenção Paperless Electronic Flight Bag, Electronic Logbook, Reporte de Anomalias nas Aeronaves



# Abstract

Technical records, including Flight Logbooks, are means of assessing the airworthiness status of an Aircraft and its components and are also used to record the aircraft anomalies.

These records are commonly handwritten and their readability and reliability is sometimes asked. Incomplete records also lead to misunderstandings with risks to the safety of Aircraft.

On the other hand, in the paper process the data entry and updating in Aircraft Technical Log is often supported through alternative means, via telephone or email. This is purely justified because the maintenance control center lacks visibility of the activity that is record in these logs. The current paper-based process is not robust enough to cope with these recurring problems.

The great advantage that the Electronic Logbooks brings to the aeronautical industry is the opportunity, this means that the data, inserted by flight crew in these electronic devices, are available in real time and it can thus be worked on for the several departments of the airline. With the introduction of this platform, an operator can gain a significant improvement in operational efficiency.

With the recent appearance of *Electronic Logbook*, the advantages of this new platform in the face of the current process drawbacks of registering aircraft anomalies are evident.

It can be said that the Electronic Logbook is inserted in a perspective of a paper format independence, but the added of this new platform is part of a vision to achieve a process improvement, as well. The paper-based process was previously very limited by the paper format, and Was often delaying the information needed which was very pertinent for the operational success of an airline.

## Keywords

Aircraft Technical Log, Maintenance Paperless, Electronic Flight Bag, Electronic Logbook, Aircraft defects Reporting



# Índice

LISTA DE FIGURAS.....	XIV
LISTA DE TABELAS.....	XV
LISTA DE SIGLAS E DE ACRÓNIMOS.....	XVI
<b>CAPÍTULO1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTO.....	1
1.2 OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO .....	3
1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	3
1.4 LIMITES DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO.....	5
1.5 ESTRUTURA.....	5
<b>CAPÍTULO2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....</b>	<b>7</b>
2.1 HISTÓRIA DA NETJETS .....	7
2.2 NETJETS EUROPE .....	8
2.3 OFERTAS COMERCIAIS.....	8
2.3.1 <i>Programa Cliente</i> .....	9
2.3.2 <i>Cartão Jato Privado</i> .....	9
2.3.3 <i>Cartão Corporate</i> .....	10
2.4 MANUTENÇÃO .....	10
2.5 FROTA .....	10
<b>CAPÍTULO3. ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>12</b>
3.1 ELECTRONIC FLIGHT BAG .....	12
3.2 REGULAMENTAÇÃO DOS ELECTRONIC FLIGHT BAGS .....	15
3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS ELECTRONIC FLIGHT BAGS .....	15
3.4 ANTIGA CLASSIFICAÇÃO.....	16
3.4.1 CLASSES DE HARDWARE .....	16
3.4.1.1 <i>Classe 1</i> .....	16
3.4.1.2 <i>Classe 2</i> .....	17
3.4.1.3 <i>Classe 3</i> .....	17
3.4.2 TIPOS DE SOFTWARE.....	17
3.4.2.1 <i>Tipo A</i> .....	18
3.4.2.2 <i>Tipo B</i> .....	18
3.4.2.3 <i>Tipo C</i> .....	18
3.5 NOVA CLASSIFICAÇÃO .....	19
3.5.1 TIPOS DE HARDWARE.....	20
3.5.1.1 <i>Integrados</i> .....	20
3.5.1.2 <i>Portáteis</i> .....	20
3.6 DESENVOLVIMENTO DOS ELECTRONIC FLIGHT BAGS.....	21
3.6.1 <i>Aparecimento do primeiro conceito EFB - EKB</i> .....	22
3.6.2 <i>Cronologia histórica dos Electronic Flight Bags</i> .....	24
3.7 CONECTIVIDADE DOS ELECTRONIC FLIGHT BAGS .....	25
3.7.1 <i>Contexto Atual</i> .....	25
3.7.2 <i>Contexto futuro</i> .....	26
3.7.3 <i>Regulamentação</i> .....	28
3.8 BENEFÍCIOS DOS ELECTRONIC FLIGHT BAGS .....	28

3.8.1	<i>Redução de Custos</i> .....	29
3.8.2	<i>Dados em tempo Real</i> .....	30
3.8.3	<i>Eliminação da redundância</i> .....	30
3.8.4	<i>Manuseio das Cartas Aeronáuticas</i> .....	30
3.9	TRANSIÇÃO PAPEL-DIGITAL .....	31
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>ELEMENTOS DO PROCESSO DE GESTÃO DA AERONAVEGABILIDADE</b> .....	<b>34</b>
4.1	AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA .....	34
4.2	MANUTENÇÃO NÃO-PROGRAMADA .....	35
4.3	OPERAÇÃO COM ITENS INOPERATIVOS .....	36
4.3.1	<i>Minimum Equipment List</i> .....	36
4.3.2	<i>Intervalos de Retificação</i> .....	38
4.3.3	<i>“Dispatch” no contexto MEL</i> .....	39
4.3.4	<i>Procedimentos Operacionais (O) e de Manutenção (M)</i> .....	39
4.3.5	<i>Exemplo de uma MEL</i> .....	39
4.4	AIRCRAFT TECHNICAL LOG SYSTEM .....	41
4.4.1	<i>Requisitos EASA Part-M</i> .....	42
4.4.1.1	<i>M.A. 305 - Aircraft Continuing Airworthiness record System</i> .....	43
4.4.1.2	<i>M.A. 306 - Aircraft Technical Log System</i> .....	44
4.4.1.3	<i>M.A. 307 - Transfer of Aircraft Continuing Airworthiness Records</i> .....	46
4.5	REGISTO DAS ANOMALIAS DAS AERONAVES .....	46
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>ELECTRONIC LOGBOOK – NOVO PROCESSO PARA O REGISTO DE ANOMALIAS</b> .....	<b>48</b>
5.1	PROBLEMÁTICA ATUAL DO ATLS .....	48
5.2	PROCESSO DE REPORT DE UMA ANOMALIA.....	49
5.2.1	<i>Registo das Anomalias no Aircraft Technical Log</i> .....	50
5.3	CICLO DE VIDA DE UM AIRCRAFT TECHNICAL LOG.....	52
5.3.1	<i>1ª Etapa – Conceção</i> .....	53
5.3.2	<i>2ª Etapa – Implementação</i> .....	54
5.3.3	<i>3ª Etapa – Utilização</i> .....	54
5.3.4	<i>4ª Etapa – Arquivo</i> .....	54
5.3.5	<i>5ª Etapa – Arquivo Morto ou destruição</i> .....	55
5.4	ANÁLISE COMPARATIVA DE TAREFAS A CONSIDERAR NAS DIFERENTES FASES DO CICLO DE VIDA DE UM ATL .....	55
5.5	ELECTRONIC LOGBOOK .....	56
5.6	BENEFÍCIOS DO ELECTRONIC LOGBOOK .....	57
5.6.1	<i>Visibilidade em tempo real do estado da frota</i> .....	58
5.6.2	<i>Redução de Erros</i> .....	58
5.6.3	<i>Entrada de dados automatizada</i> .....	59
5.6.4	<i>Diminuição do tempo de preenchimento do ATL</i> .....	60
5.6.5	<i>Gestão da Manutenção simplificada</i> .....	60
5.6.6	<i>Redução de Custos</i> .....	60
5.6.8	<i>Eficiência</i> .....	61
5.7	NOVOS DESAFIOS .....	61
5.7.1	<i>Novas tarefas de manutenção</i> .....	62
5.7.2	<i>Lidar com uma falha tecnológica</i> .....	62
5.7.3	<i>Gestão de identificações e autorizações</i> .....	62
5.8	CONSIDERAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM ELECTRONIC LOGBOOK .....	63
5.8.1	<i>Escolha de uma solução</i> .....	64
5.8.2	<i>Envolvimento da Autoridade Nacional da Aviação Civil</i> .....	65
5.8.3	<i>Dual Running</i> .....	65

5.8.4 Ajustamentos nos procedimentos internos.....	65
5.8.5 Treino .....	66
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>67</b>
6.1 CONCLUSÕES.....	67
6.2 TRABALHOS FUTUROS .....	69
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>71</b>

# Lista de Figuras

Figura 1: NetJets Europe HQ. ....	8
Figura 2: NetJets Europe. ....	9
Figura 3: NetJets Bombardier Global 6000. ....	10
Figura 4: NetJets Falcon 2000. ....	10
Figura 5: Antiga e nova Classificação dos Electronic Flight Bags. ....	19
Figura 6: Aspeto Básico do EKB. ....	23
Figura 7: Solução Ergonómica do EKB. ....	23
Figura 8: Airport Surface Moving Map (ASMM) presente num EFB. ....	31
Figura 9: Processo de criação de um Minimum Equipment List (MEL). ....	37
Figura 10: Bombardier Challenger 350. ....	40
Figura 11: MMEL de um Bombardier Challenger 350 (BD-100-1A10). ....	40
Figura 12: Exemplo de um Aircraft Technical Log System. ....	42
Figura 13: Requisitos para o Aircraft Technical Log System. ....	43
Figura 14: Fases de reporte de uma anomalia. ....	49
Figura 15: Exemplo de um ATL. ....	51
Figura 16: Ciclo de Vida de um ATL. ....	53

# Lista de Tabelas

Tabela 1: Frota da NetJets Europe. ....	11
Tabela 2: Paralelismo entre a antiga e a mais recente Classificação dos EFBs. ....	16
Tabela 3: Cronologia dos principais acontecimentos da historia do EFB.....	24
Tabela 4: Entradas de um Aircraft Technical Log System. ....	46

# Lista de Siglas e de Acrónimos

<b>ACARS</b>	Aircraft Communications Addressing and Reporting System
<b>AF/JL</b>	Aircraft Flight/Journey Log
<b>AFM</b>	Aircraft Flight Manual
<b>AMC</b>	Acceptable Means of Compliance
<b>APLC</b>	Airport Performance Laptop Computer
<b>ATA</b>	Air Transport Association
<b>ATL</b>	Aircraft Technical Log
<b>ATLS</b>	Aircraft Technical Log System
<b>CAMO</b>	Continuing Airworthiness Management Organization
<b>CAT</b>	Category
<b>CCM</b>	Centro de Controlo de Manutenção
<b>COTS</b>	Commercial off-the-shelf
<b>C-PED</b>	Controlled Portable Electronic Device
<b>CRS</b>	Certificate of Release to Service
<b>DCA</b>	Departamento de Ciências Aeroespaciais
<b>DMI</b>	Deferred Maintenance Items
<b>EASA</b>	European Aviation Safety Agency
<b>EFB</b>	Electronic Flight Bag
<b>EJA</b>	Executive Jet Aviation
<b>EKB</b>	Electronic Kit Bag
<b>ELB</b>	Electronic Logbook
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration
<b>FB</b>	Flight Bag
<b>FMD</b>	Flight Management Desktop
<b>ICAO</b>	International Civil Aviation Organization
<b>MEL</b>	Minimum Equipment List
<b>MMEL</b>	Master Minimum Equipment List
<b>MTSA</b>	Maintenance Tracking Software Application
<b>NJE</b>	NetJets Europe
<b>OOPT</b>	Out of Phase Task
<b>PED</b>	Portable Electronic Device
<b>PJC</b>	Private Jet Card
<b>RTOW</b>	Regular Take-Off Weight
<b>ASMM</b>	Airport Surface Moving Map
<b>TC</b>	Type Certificate
<b>T-PED</b>	Transmitting Portable Electronic Device

# Capítulo 1. Introdução

## 1.1 Contexto

Todas as formas de transporte não estão livres de deficiências que continuam a ser tragicamente demonstradas no mar, em terra e também no ar. A aviação é particularmente vulnerável, sendo uma *airline* ou um pequeno operador de táxi aéreo. No entanto, o transporte aéreo é nos dias de hoje uma forma muito segura de viajar, apesar da atenção dada pelos *media* aos acidentes aéreos.

Além da segurança, o aspeto económico da operação é outro elemento de base para o sucesso da aviação (Correia, 2012). Desde do primeiro voo dos irmãos *Wright*, em dezembro de 1903, que o principal objetivo da aeronave tem sido o transporte de passageiros. Esta premissa não se tem alterado ao longo das últimas décadas, o que realmente tem sido alterado é a complexidade como ela tem sido aplicada.

Hoje em dia o rápido desenvolvimento dos dispositivos eletrónicos tem encorajado os operadores aéreos a criar formas de utilização desta tecnologia na melhoria da sua eficiência operacional (Johnstone, 2016).

Durante décadas a indústria aeronáutica tem perseguido o “*Santo Graal*” de eliminar o tradicional ineficiente, propenso a erros e muitas vezes ilegível, formato de papel que circula nos cockpits. Um termo que tem sido muito disseminado atualmente é o sistema conhecido por *Electronic Flight Bag* (EFB). Os sistemas denominados de EFBs são dispositivos eletrónicos que têm como principal função ajudar os pilotos e tripulação de cabine a executar as tarefas de voo mais fácil e eficazmente. Evoluíram partindo de dispositivos de armazenamento de documentos para dispositivos completamente interativos com funções muito próximas de alguns aviónicos.

Um dos principais fatores no desenvolvimento dos EFBs tem sido a redução ou quase eliminação dos documentos em formato de papel nos cockpits. Além disso, a transição papel-digital traz inúmeros benefícios, um dos quais é sem dúvida a redução de custos e aumento da eficiência dos processos intrínsecos à operação de uma companhia. Com a implementação de um EFB espera-se eliminar custos relacionados com a expedição transmissão e gestão de documentos, nomeadamente, do ponto de vista do seu arquivamento.

O EFB tem sido um avanço tecnológico tal, que promete transformar o cockpit num eixo de informação conectado digitalmente. O *Electronic Flight Bag* é um conjunto modular de soluções de software que está focada na melhoria do desempenho operacional. Isso é feito

com os recentes avanços tecnológicos nas tecnologias de informação, fornecendo soluções integradas para a gestão da operação no ar e no solo (Jeppesen, 2016).

Existem numerosas vantagens na implementação de um EFB nomeadamente em termos de massa e volume ocupados, ou seja, por exemplo os manuais requeridos para estar a bordo podem muitas vezes chegar a atingir cerca de 15kg, com todos os inconvenientes que tal acarreta em termos de arrumação a bordo.

Tradicionalmente no ramo aeronáutico, muita da documentação e informação disponível para a tripulação de voo, está acessível apenas em formato papel.

O processo de manutenção pode também beneficiar das potencialidades do EFB adotando uma solução como é o caso do *Electronic Logbook* (ELB), por vezes também denominado *Electronic Technical Log* (ETL). O ELB é uma aplicação que proporciona a identificação, registo e *report* das falhas e inoperacionalidade dos equipamentos a bordo da aeronave (Boeing, 2017).

As companhias aéreas usam atualmente alguns documentos, que compõem o *Aircraft Technical Log System* (ATLS), nesse mesmo suporte. Estes documentos fornecem também à tripulação de voo o *status* da aeronave e, além disso estes são também exigidos de forma a garantir a conformidade com os requerimentos de aeronavegabilidade continuada, dispostos no documento da European Aviation Safety Agency (EASA) *Commission Regulation (EU) No 1321/2014 of 26 November 2014*. Estes documentos são uma fonte primária dos dados técnicos de cada voo que ocorrem numa aeronave. Cada piloto mantém atualizada documentação específica de cada aeronave, em que a cada evento ou ação anómala que ocorra em voo seja registada. Estes defeitos podem variar de um mau funcionamento de um sistema, como a falha de uma bomba de combustível até a uma lâmpada fundida, mas de qualquer forma estas anomalias são requeridas de ser registadas no *Aircraft Technical Log* (ATL), de forma a garantir com os requisitos da aeronavegabilidade continuada (Lufthansa Technik, 2016).

Porém, este registo em papel possui numerosas limitações que lhe estão intrínsecas, nomeadamente:

- Os registos feitos na documentação, vulgo cadernetas do avião, são na maior parte manuscritos pela tripulação de voo, o que muitas vezes pode levar a uma dificuldade na sua interpretação. Este problema pode variar de tripulação para tripulação, mas é certamente um dos grandes inconvenientes.
- No que diz respeito ao reporte de falhas, na maioria dos casos, os defeitos reportados, não têm uma correlação com a *Minimum Equipment List* (MEL) em questão, isto é, muitas vezes o item defeituoso não tem uma correspondência com o

código reportado, consultado à priori na MEL (Allen, *Electronic Flight Bag: Real-Time Information Across an Airline's Enterprise*, 2008), esta situação faz com que haja dificuldade acrescida por parte dos departamentos de manutenção e engenharia na interpretação dos problemas, tendo depois uma repercussão negativa para a aeronavegabilidade da aeronave em questão, pois quando um item defeituoso é mal correspondido na MEL, posteriormente as respetivas resoluções a serem efetuadas para entregar à aeronave um estado de aeronavegabilidade podem estar mal empregues.

Com o propósito de eliminar estes constrangimentos e limitações, a indústria da aviação recorreu aos novos dispositivos tecnológicos e à sua facilidade de adaptação. São sobretudo as limitações que os formatos físicos, nomeadamente o papel, apresentam para a indústria da aviação que me levaram a desenvolver o estudo nesta área.

Os requisitos para a segurança, manutenção e operação eficiente de aeronaves, tem sido desde sempre um catalisador para a inovação tecnológica no ramo aeronáutico.

Face ao que precede e fruto da cooperação entre o Departamento de Ciências Aeroespaciais (DCA) e empresas do sector aeronáutico, a *NetJets Europe* definiu um conjunto de requisitos relativos à adoção de EFB na sua atividade operacional. Neste sentido, esta dissertação descreve o resultado de um trabalho de investigação que pretendeu responder a exigências específicas destinadas a criar condições de implementação de EFB no enquadramento regulamentar que se aplica.

## 1.2 Objetivo da dissertação

Estudar a viabilidade de implementação de um sistema *Electronic Flight Bag* denominado *Electronic Logbook* num operador de transporte aéreo tendo em vista a possibilidade de poder ser operacionalizado de modo a ganhar eficiência em sentido lato e reduzir custos, em termos específicos, inerentes ao anterior processo que tinha como base o formato de papel.

## 1.3 Metodologia de investigação

Os instrumentos de investigação utilizados para a elaboração desta dissertação passaram primariamente pela realização de um estágio curricular com a duração de 6 meses, num operador aéreo - *NetJets Europe* -, que permitiu obter um conhecimento que é posteriormente refletido neste documento.

O planeamento do estágio curricular, aprovado pela empresa, foi dividido em 4 partes:

- **Part I** - *Introduction* ,
- **Part II** - *Deferred Maintenance Items (DMI) Implementation*,
- **Part III** - *EASA Requirements for ATL and Flight Logs*,
- **Part IV** - *eLogbook Implementation*.

Na primeira parte, *Introduction*, incluiu avaliação da regulamentação relacionada com os *deferred Items*<sup>1</sup>, fazendo posteriormente uma matriz de conformidade entre os requisitos EASA associados aos *deferred Items* e os métodos de adotados pela *NetJets Europe*. Houve também a oportunidade de contactar com os diversos departamentos que compunham o Departamento de Manutenção e Engenharia, dos quais *Quality Control and Regulatory*, *Airworthiness Review Certificate* e com o *Computer-Aided Design of Maintenance*.

Na segunda parte, *Deferred Maintenance Items Implementation*, houve oportunidade de trabalhar no projeto DMI, numa plataforma que no futuro servirá como *database* para as MELs<sup>2</sup> de todas as frotas da *NetJets Europe*, preparando o sistema para um ambiente *paperless*. Nesta fase, processou-se o carregamento de *Minimum Equipment List* de 5 diferentes tipos de aeronaves de forma a serem posteriormente utilizadas na nova plataforma, o *Electronic Logbook*.

Na terceira parte, *EASA Requirements for Aircraft Technical Log and Aircraft Flight and Journey Log*, elaborou-se uma matriz de requisitos da EASA para o *Aircraft Technical Log e Aircraft Flight and Journey Log*, elaborando posteriormente uma matriz de conformidade entre os requisitos EASA e o que era feito na *NetJets* de forma a garantir *compliance*.

Na quarta e última parte, *eLogbook implementation*, propuseram-se alterações de alguns procedimentos internos relacionados com o *Aircraft Technical Log System* no seguimento de uma implementação de um *Electronic Logbook*.

Paralelamente ao já enunciado e de forma a enriquecer o conhecimento já adquirido, houve oportunidade para manter contacto com algumas empresas líderes de mercado dos *Electronic Logbooks*, nomeadamente, *CONDUCE* e a *NAVABLE*, incluindo contactos com autoridades aeronáuticas, i.e., a *European Aviation Safety Agency* e a *Autoridade de Aviação Civil, ANAC*.

---

<sup>1</sup> Items com limitações operacionais com intervenção adiada.

<sup>2</sup> MEL - **Minimum Equipment List**: elenco de sistemas previamente aprovados por autoridade aeronáutica que podem estar inoperativos aquando do início do voo e para os quais se estabelecem regras temporais de reparação de modo a recuperarem a aeronavegabilidade.

## 1.4 Limites do trabalho de investigação

Múltiplos estudos foram conduzidos sobre os *Electronic Flight Bags* ao longo dos últimos anos por investigadores e outros profissionais que se focaram também na partilha de conhecimento sobre esta nova tecnologia. Porém, devido ao facto de esta nova plataforma digital, o *Electronic Logbook*, estar intrínseca à operação das companhias, questões de confidencialidade foram algo impeditivas na faculdade de algumas informações. O desenvolvimento de alguns subcapítulos ficaram assim algo limitados, nomeadamente os capítulos que abordaram o aparecimento do *Electronic Flight Bag* e do *Electronic Logbook*. Foi sempre objetivo entrar em contacto com empresas que, de alguma forma, foram pioneiras no desenvolvimento destas novas plataformas, mas, em suma, questões inerentes à confidencialidade foram impeditivas para a partilha de conhecimento.

## 1.5 Estrutura

Este relatório de dissertação encontra-se dividido em 6 capítulos, nos seguintes moldes:

Neste primeiro capítulo são introduzidos os principais temas do trabalho, fazendo-se o respetivo enquadramento na atualidade e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo é reservado para ao estado da arte. Aqui é apresentada a história do *Electronic Flight Bag* bem como os benefícios que apresentam para a operação de uma companhia aérea e sendo o ramo aeronáutico extremamente regulamentado far-se-á uma passagem sobre a forma como estes novos dispositivos são avaliados junto das principais, Agências de Segurança Aérea Mundiais, *Federal Aviation Administration* e *European Aviation Safety Agency*. Aborda-se também uma questão que deve ser levada com a devida atenção, a questão da passagem Papel-digital, no que diz respeito as considerações que devem ser tomadas para que a relação homem-máquina seja a mais otimizada.

O terceiro capítulo efetua uma apresentação sumária onde se realizou a dissertação. Ao longo do capítulo é exposta a história da companhia aérea, *NetJets*, é explicado onde e como tudo teve início. São também abordados os serviços/ofertas comerciais que esta empresa oferece, bem como a composição da sua frota de aviões.

No quarto capítulo denominado “Elementos do Processo de Gestão da Aeronavegabilidade” são apresentados alguns conceitos relacionados com a manutenção da aeronavegabilidade continuada. É definida a Aeronavegabilidade Continuada e são explicados conceitos, tais como, Manutenção não-programada, operação com itens inoperativos, e todos os requisitos EASA relacionados com os registos técnicos de aeronavegabilidade.

No quinto capítulo é feita a apresentação do problema e o enquadramento do Electronic Logbook. Começando este capítulo com a explicação da atual problemática do *Aircraft Technical Log System* e da forma como é procedida o report de anomalias no *Aircraft Technical Log*. São também discriminadas todas as fases de vida um *Aircraft Technical Log*, desde a sua conceção até ao seu arquivo morto ou destruição, e é feita uma análise comparativa de gastos nestas diferentes fases. Posteriormente, é iniciada a discussão da nova solução, que proporcionará a eliminação da maior parte dos constrangimentos associados ao *Aircraft Technical Log System* atual, fazendo-se uma explicação do que representa o *Electronic Logbook*, bem como o seu surgimento nas operações aéreas. Sendo que esta solução tem sido adotada por muitos operadores aéreos, ficam destacados os benefícios conhecidos bem como os seus novos desafios.

De modo a fechar esta dissertação, no ultimo capítulo, apresentamos as conclusões e possíveis trabalhos a realizar no futuro.

# Capítulo 2. Apresentação da Empresa

A *NetJets Europe* sendo um operador líder na aviação executiva aliada às mais recentes evoluções tecnológicas, nomeadamente, dos *Electronic Flight Bags* tem tomado iniciativas ao longo dos anos de implementação desta nova tecnologia na empresa. A liberdade e flexibilidade e a natureza imprevisível da operação de táxi aéreo desta companhia, fazem com que a implementação de uma solução integrada de um *Electronic Flight Bag* seja justificada.

O objetivo deste capítulo é fazer a apresentação da história da empresa e dos seus serviços de modo a contextualizar a respetiva necessidade.

## 2.1 História da NetJets

A história da *NetJets* começou, nos anos 60 do século passado, quando três pilotos americanos, *Curtis LeMay*, *Paul Tibbets* e *Bruce Sundlun*, decidiram criar a primeira companhia de *aircraft management businesses* a nível mundial, foi então que nasceu a *Executive Jet Aviation* (EJA).

Em 1984, quando *Richard Santulli* decidiu comprar a EJA dando-se uma mudança. Tal mudança consistiu no aparecimento de um programa designado por *NetJets*. Este programa permitia aos clientes usufruírem do acesso a uma frota por uma fração do custo de compra e manutenção de uma aeronave. Foi então que nasceu pela primeira vez o conceito de propriedade fracionada, sendo a EJA a primeira companhia mundial a desenvolver esta abordagem (*NetJets, NetJets Europe: Fractional jet ownership, 2016*).

Entre 1984 e 1995 a *NetJets* manteve um crescimento constante estando sempre preocupada em assegurar o melhor serviço para os clientes nunca esquecendo a sua segurança.

Em 1995 *Warren Buffet* juntou-se à *NetJets* como cliente, ficando tão impressionado com os serviços prestados aos clientes e com a sua operação, em 1998, decidiu comprar a companhia aérea, adicionando-a ao império da *Berkshire Hathaway* na qual é o atual presidente. O suporte da *Berkshire Hathaway* tem permitido ao longo destes anos uma solidez na escolha dos objetivos e na concretização destes por parte da *NetJets Europe* (*NetJets, Warren Buffet, 2016*).

A *NetJets* para além de ter a sua operação nos Estados Unidos da América, tem uma subsidiária na Europa, *NetJets Europe*. A *NetJets Europe*, surgiu em 1997 como resposta a necessidades da Europa. A *NetJets Europe* tem um contributo significativo para a economia

portuguesa. Dos grandes investimentos que decorreram na última década, compreende-se o desenvolvimento de um centro de operações centralizado em Lisboa que emprega mais de 500 profissionais qualificados (NetJets, NetJets Europe: Fractional jet ownership, 2016).

Hoje em dia a *NetJets* continua a trabalhar na necessidade crucial de ajudar os seus clientes a economizar tempo a fim de cuidar o que mais importante há nas suas vidas, a família (NetJets, NetJets Europe: Fractional jet ownership, 2016).

## 2.2 NetJets Europe

A *NetJets Europe* (NJE) é um operador de jatos privados na Europa, com cerca de 100 aviões que transportam os seus clientes para mais de 5000 aeroportos em todo mundo. Apoiada pelo grupo *Berkshire Hathaway*, transformou o conceito da aviação executiva na Europa ao introduzir o conceito de propriedade fracionada opção que provou ser muito bem-recebida por homens de negócios que procuram melhorar a sua produtividade e eficiência (NetJets, About Netjets, 2016).

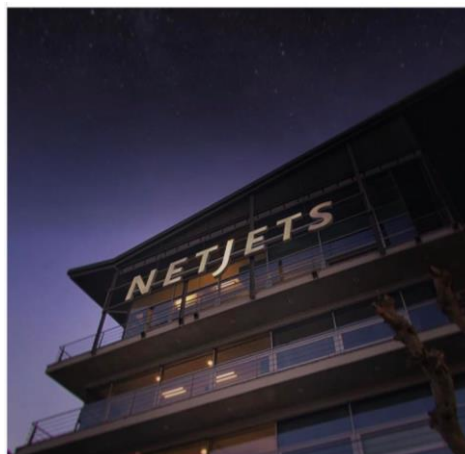


Figura 1: *NetJets Europe* HQ.

Em relação à segurança operacional, na *NetJets Europe*, todos os pilotos entram na companhia como primeiros-oficiais, independentemente da sua experiência anterior. A entrada direta de primeiros-oficiais implica terem um mínimo de 1500 horas de voo e os pilotos apenas atingem o grau de Comandante depois de perfazerem 3000 horas de voo. Em média um Comandante da *NetJets Europe* tem mais de 5000 horas de voo, 3500 o valor que é exigido pela regulamentação JAR-OPS 1 (NetJets Europe, 2017).

## 2.3 Ofertas Comerciais

A *NetJets Europe* oferece uma vasta gama de produtos, modelos de aviões e de pacotes financeiros que combinados criam uma experiência de voo única para cada cliente. As

exigências individuais são disponibilizadas de acordo com seis critérios chave: frequência de voos; distancia média das viagens; número de passageiros; necessidades a bordo; duração do contrato e estrutura financeira preferida. Uma solução é sempre feita à medida das necessidades e é então desenhada utilizando-se o Programa Cliente ou os programas Cartão Jacto Privado e Cartão Corporate (NetJets Europe, 2017).



Figura 2: NetJets Europe.

### 2.3.1 Programa Cliente

O Programa Cliente - para aqueles que voam mais de 50 horas por ano.

- O Programa Cliente, baseado no conceito da propriedade fracionada, permite aos clientes comprarem uma quota de um avião similar ao número de horas que previsivelmente vão utilizar anualmente, sendo o mínimo 1/16 de um jato (50 horas);
- *NetJets Europe* gere e opera o avião fornecendo a gestão completa da tripulação, horários de voos, apoio em terra e manutenção;
- Se o modelo de avião escolhido pelo cliente não estiver disponível, a *NetJets Europe* fará o upgrade para um modelo maior, sem qualquer custo adicional;
- Uma quota num avião da *NetJets* compra o acesso a uma frota inteira por uma pequena fração do que custaria comprar e manter um único avião.

### 2.3.2 Cartão Jato Privado

O Cartão Jato Privado - *Private Jet Card (PJC)* - para aqueles que voam menos de 50 horas por ano.

- O PJC é um produto de gama de entrada que permite obter a experiência *NetJets Europe*, fornecendo 25 horas de voo por ano.
- Preços desde 141 000€ para 25 horas para tempo utilizado em voo num jato.

### 2.3.3 Cartão Corporate

**Cartão Corporate** - o Cartão Corporate oferece às empresas o poder estar em qualquer sítio onde precisam 25 horas de voo que poderão ser utilizadas num período superior a 24 meses (Horas extra poderão adicionadas em pacotes de 5 horas, permitindo maior flexibilidade).



Figura 3: NetJets Bombardier Global 6000.

## 2.4 Manutenção

A frota da *NetJets Europe* tem em média 3.4 anos de idade. Como a NJE não possui nenhum centro reparador para manutenção de base, onde se possam executar as devidas ações de manutenção, têm contratos com os mais variados centros reparadores da Europa, para fazer face as suas necessidades de manutenção.

## 2.5 Frota

A *NetJets Europe* oferece acesso a um vasto portfolio de mais de 85 aeronaves. A frota da *NetJets Europe* inclui aviões de 6 fabricantes: *Cessna*, *Hawker Beechcraft*, *Gulfstream*, *Dassault* e *Embraer*, compreendendo 8 tipos de aviões, desde o *Embraer Phenom 300*, com capacidade para 7 passageiros, até ao *Global 6000*, com capacidade para 14 passageiros. A dimensão da frota permite à *NetJets* garantir a disponibilidade dos aviões até mesmo em dias mais movimentados.

Os parceiros da *NetJets Europe*, uma vasta gama de fabricantes, oferecendo aos clientes o mais específico e diversificado portfolio de jatos do mundo, aliado à modernidade das aeronaves, cuja idade média é inferior a quatro anos (*NetJets Europe*, 2017).



Figura 4: NetJets Falcon 2000.

Na tabela a seguir é exposta uma tabela com as varias aeronaves que compõem a frota da *NetJets Europe*:


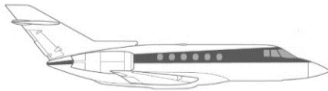
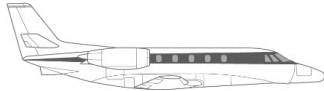
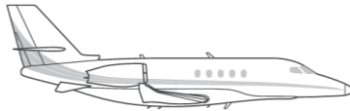

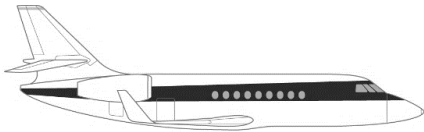
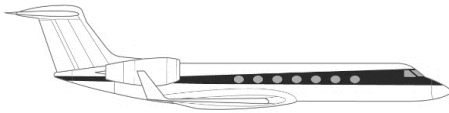
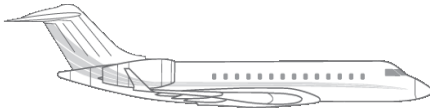
<b>Embraer Phenom 300</b> Light cabin 7 passageiros	
<b>Hawker 750/800XP</b> Midsize cabin 8 passageiros	
<b>Cessna Citation Excel/XLS</b> Midsize cabin 7 passageiros	
<b>Cessna Citation Latitude</b> Midsize cabin 8 passageiros	
<b>Bombardier Challenger 350S</b> Midsize cabin 8 passageiros	
<b>Dassault Falcon 2000/2000EX</b> Large cabin/Long range 10 passageiros	
<b>Gulfstream V/550</b> Large cabin/Ultra long range 14 passageiros	
<b>Bombardier Global 6000</b> Large cabin/Ultra long range 13 passageiros	

Tabela 1: Frota da NetJets Europe.

# Capítulo 3. Estado da Arte

## 3.1 *Electronic Flight Bag*

A denominação *Electronic Flight Bag* deriva da já existente e tradicional designação *Flight Bag* (FB), a digitalização do *Flight Bag* permitiu que se eliminasse os 15 a 35 quilos de documentação que eram obrigatoriamente transportados pelas companhias aéreas. O *Electronic Flight Bag* é a substituição desses documentos em formato digital. De acordo com um estudo publicado pela *Federal Aviation Administration (FAA) Medical and Workman's Compensation statistics*, a perda de trabalho mais comum, nos acidentes de trabalho, entre pilotos, está relacionada com a movimentação, transporte e arrumo destas pesadas *Flight Bags* (Masson, 1999).

O termo *Electronic Flight Bag* abrange qualquer dispositivo eletrónico com a capacidade de armazenar, atualizar, e exibir e/ou computar dados digitais de forma a apoiar a tripulação nas operações de voo e nas suas tarefas (European Aviation Safety Agency, 2017).

A invenção do EFB foi originalmente concebida com a intenção de resolver inconvenientes presentes nas FBs, procurando, de uma forma inteligente, tornar a gestão e consulta de documentação eficiente e rápida (Masson, 1999).

Para toda a operação de aeronaves para o transporte de passageiros, carga ou correio, há uma série de documentos que devem ser transportados a bordo de uma aeronave em todos os seus momentos. A obrigatoriedade de levar toda esta documentação a bordo é um requisito da EASA que deve ser cumprido em todas operações aéreas com aeronaves e está disposta no ponto *CAT.GEN.MPA.180* que está inserido no documento *Commission Regulation (EU) No 965/2012 on air operations and related EASA Decisions (AMC & GM and CS-FTL.1)* (European Aviation Safety Agency, 2016).

Esta documentação requerida a bordo inclui documentos, manuais e por vezes informações requeridas, tais como:

- O *Aircraft Flight Manual* (AFM);
- Os registos originais dos certificados de registo da aeronave e certificado de Aeronavegabilidade;
- O *Noise Certificate*;
- Uma cópia certificada do Certificado de Operador;
- A licença de radio, se aplicável;
- O *Journey Log*, ou equivalente, se aplicável;
- O *Aircraft Technical Log*;

- Plano de voo;
- Cartas aeronáuticas atualizadas e adequadas para rota proposta a voar incluindo para voo divergido para aeroporto alternativo;
- *A Minimum Equipment List*;
- Documentos da pesagem e centragem da aeronave.

Porém, muita desta informação acima mencionada está agora acessível às tripulações de voo, em formato eletrónico. Além disso, muitas outras informações que não são solicitadas pela regulamentação, que podem incluir alguns procedimentos internos da companhia aérea, podem também estar disponibilizadas eletronicamente.

Os operadores aéreos têm vindo a reconhecer as potencialidades em alojar estes materiais nos Electronic Flight Bags (European Aviation Safety Agency, 2017).

Atualmente, muitos operadores aéreos em todo o mundo estão focados em melhorar o seu desempenho operacional incluindo alterar filosofias de trabalho, com o principal objetivo de melhorar processos internos ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005).

Em termos concretos, o *Electronic Flight Bag* é um conjunto modular de soluções que está focado na melhoria do desempenho operacional. Isso é possível através dos recentes avanços tecnológicos que possibilitam o aparecimento de soluções integradas para a gestão da operação no ar e no solo (Jeppesen, 2016). Os EFBs estão a eliminar consideravelmente documentos em suporte de papel do *flight deck*, oferecendo à tripulação de voo uma vasta gama de ajudas tecnológicas ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005). Além de permitirem uma redução da quantidade papel no *flight deck*, os EFBs têm outras vantagens, incluindo uma redução nos gastos associados a toda a logística associada aos documentos operacionais de voo, que serão posteriormente abordadas neste capítulo.

O potencial benefício trazido pelos EFBs é a remoção do formato de papel do *flight deck*, como já anteriormente referido, substituindo-o por versões eletrónicas. Os *Electronic Flight Bags* têm o potencial de agilizar processos e operações que incluem:

- Procedimentos de Cabine;
- *Aircraft Turnarounds*;
- Manutenção pós-voo;
- Serviço de passageiros;
- Distribuição de manuais, formulários, documentação, etc...;
- Gestão da tripulação. (Lovelady, 2011)

O desenvolvimento dos EFBs acelerou muito nos últimos anos, com a revolução das tecnologias *Commercial off-the-shelf*<sup>3</sup> (COTS), e tem permitido a muitas companhias aéreas optarem por soluções mais acessíveis, embora seja este um aspeto que se deva levar com a devida atenção.

Nos últimos anos, o uso dos EFBs, para auxiliar as tripulações de voo nas suas tarefas dentro do cockpit aumentou consideravelmente, os *Electronic Flight Bags* são hoje em dia uma ferramenta transversal para a maior parte dos operadores aéreos, muitas aplicações de hardware e software estão hoje disponíveis no mercado.

O *business case* para o desenvolvimento destes dispositivos são os benefícios que eles trazem para a operação das companhias aéreas pois são um meio eficiente de recuperar e receber tanto dados dinâmicos como estáticos. Os EFBs oferecem uma capacidade robusta de automação e processamento de dados, mas sem uma boa integração nos vários sistemas da companhia aérea, o seu potencial pode não ser realizado (Lovelady, 2011).

Quando integradas e utilizadas com todo o seu potencial, os *Electronic Flight Bags* permitem às companhias aéreas gerir uma cultura de melhoria constante. A redução de custos, com este novo processo, depende das aplicações selecionadas para a solução EFB desejada e do método selecionado para fazer essa gestão de dados.

Outras variáveis, incluem o tamanho e tipo de operação da companhia aérea e em que mercados ela opera. Mas em suma os benefícios incluem:

- Padronização de processos para melhor eficiência e consistência;
- Maiores recursos para decisões em tempo real;
- Planeamento avançado para atrasos;
- Resolução mais rápida de problemas de manutenção. (Lovelady, 2011)

O *Electronic Logbook* é dentro das soluções modulares que o *Electronic Flight Bag* oferece, um recurso que pode também ser projetado para beneficiar o pessoal da manutenção.

O processo de manutenção irá também beneficiar de uma solução integrada de um EFB, através de um ELB que fornece uma plataforma de registo e de reporte de avarias das aeronaves, alterando uma cadeia de processos que era antes propensa a erros por parte das tripulações de voo devido à ilegibilidade das anotações ou por vezes à falta de detalhe nos reportes que eram feitos ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005).

---

<sup>3</sup> *Commercial off-the-shelf*<sup>3</sup> (COTS) - São bens que estão disponíveis no mercado para aquisição. Esta opção é comumente exercida evitando o projeto de novos sistemas.

## 3.2 Regulamentação dos *Electronic Flight Bags*

A combinação de hardware e software, permite ao utilizador, neste caso à tripulação de voo, executar funções operacionais. Estas combinações de hardware e software são posteriormente avaliadas e aprovadas pela autoridade aeronáutica competente.

Na Europa, o *Electronic Flight Bag* tem sido objeto de regulamentação, pela *European Aviation Safety Agency*, no que se refere ao tipo de equipamentos e software que podem ou não ser instalados e como devem ser administrados. Os operadores devem solicitar a permissão para utilizar este tipo de equipamentos nas suas aeronaves, e devem apresentar e especificar os métodos de conformidade com os requerimentos, que incluem políticas, procedimentos e treino da tripulação e do pessoal que irá utilizar estes dispositivos (Johnstone, 2016).

A funcionalidade associada aos *Electronic Flight Bags* depende, em parte, das aplicações instaladas nesta plataforma. A Classificação das aplicações de software é baseada na gravidade das falhas e avarias resultantes e na importância que seu uso indevido tem para a *safety* da aeronave, e tem a intenção de deixar claras divisões, para que desta forma a avaliação seja aplicada a cada uma delas (European Aviation Safety Agency, 2017).

## 3.3 Classificação dos *Electronic Flight Bags*

Os avanços tecnológicos contínuos levaram a alguma confusão sobre as classificações dos *Electronic Flight Bags*. As distinções entre as classes de hardware levaram a alguma confusão sobre a distinção entre sistemas de Classe 1 e 2, tornando esta distinção particularmente desfocada, entre os operadores aéreos. Além disso, as incoerências entre autoridades nacionais de diferentes países implicavam que certas soluções de *Electronic Flight Bags* podiam receber aprovação num país e não noutra (Boeing, 2017).

A EASA e a FAA são conscientes na necessidade que as classificações e as regulamentações acompanhem a evolução tecnológica destes novos dispositivos. Em 2014, elaboraram novas classificações de forma a esclarecer alguma controvérsia que existia na antiga Classificação dos *Electronic Flight Bags*. A EASA publicou um documento *acceptable means of compliance* (AMC), AMC 20-25, intitulado “*Airworthiness and operational consideration for Electronic Flight Bags*”, enquanto que a FAA elaborou uma nova *Advisory Circular* para os EFBs, AC 120-76D, intitulado “*Guidelines for the Certification, Airworthiness, and Operational use of Electronic Flight Bags*”. Como resultado decidiu-se afastar o sistema de Classificação de Hardware baseado em Classes e também se eliminou a Classificação das aplicações de Software Tipo C.

O hardware e software eram antes classificados por Classe e por Tipo respectivamente, por parte da EASA e FAA. Com a publicação dos documentos acima enunciados, estas classificações sofreram uma transição, as Classes deixaram de existir, passando assim o tipo de hardware a ser classificado com *Installed* e *Portable* (Arconics, 2016).

As aplicações de software Tipo C, na primeira versão do AMC 20-25, eram aplicações certificadas, porém a EASA, juntamente com a FAA, concluiu que esta classificação podia ser abordada como um aviónico qualquer, e foram por isso retirados por razões de simplicidade. Sendo que na antiga classificação existiam, três Classificações para os tipos de software, e com a eliminação da classificação Tipo C, passaram só a existir 2 classificações para o software Tipo, Tipo A e Tipo B.

Antiga Classificação	Nova Classificação
<b>Tipos de Hardware</b>	
Classe 1	Portáteis
Classe 2	Integrados
Classe 3	
<b>Tipos de Software</b>	
Tipo A	Tipo A (Portáteis / Integrados)
Tipo B	Tipo B (Portáteis / Integrados)
Tipo C	Eliminada

Tabela 2: Paralelismo entre a antiga e a mais recente Classificação dos EFBs.

## 3.4 Antiga Classificação

### 3.4.1 Classes de Hardware

#### 3.4.1.1 Classe 1

Os *Electronic Flight Bags Hardware Classe 1* eram considerados dispositivos COTS tais como computadores portáteis ou dispositivos eletrônicos de mão (tablets, smartphones). Os dispositivos nesta classe, eram utilizados como equipamento “solto” e eram normalmente

guardados durante as fases críticas do voo<sup>4</sup>, não deviam, portanto, estar montados num suporte certificado, e também não podiam estar conectados aos sistemas da aeronave quer seja para fornecimento de dados ou conectados a uma fonte de alimentação dedicada. No entanto, podiam estar temporariamente conectados a uma fonte de alimentação para recarga de bateria. Os *Electronic Flight Bags* de Classe 1 que tinham software Tipo B instalados para cartas aeronáuticas, e/ou cartas de aproximação deviam estar apropriadamente fixos numa posição adequada nas fases de voo mais críticas, não podendo interferir com os movimentos de controlo de voo, dados pelo comandante (Arconics, 2016) (Federal Aviation Administration, 2016).

### 3.4.1.2 Classe 2

Os *Electronic Flight Bags* que eram classificados nesta classe, podiam ser dispositivos COTS e estavam tipicamente montados no cockpit, e deviam ser facilmente removidos. Os EFBs Classe 2 podiam também estar temporariamente ligados a uma fonte de alimentação certificada para carregamento de baterias, podendo também existir uma conexão de dados por cabo ou por antena (vulgo *wire* e *wireless*), devendo essas conexões instaladas estar em conformidade com a legislação correspondente (Federal Aviation Administration, 2016).

### 3.4.1.3 Classe 3

Os *Electronic Flight Bags* incluídos nesta classe, *EFBs Classe 3*, eram dispositivos totalmente integrados na aeronave e requeriam aprovação de aeronavegabilidade do fabricante. Esta aprovação de aeronavegabilidade devia cobrir a integridade da instalação do Hardware (por exemplo, servidor, monitor, teclado, alimentação, comutação). Aspectos como a interface homem-máquina também deviam ser abordados (Joint Aviation Authorities, 2016). Ao contrario dos PEDs<sup>5</sup>, que não necessitavam e não necessitam de aprovação de aeronavegabilidade esta Classe tem que obrigatoriamente considerar uma aprovação de aeronavegabilidade, passando por isso a um controlo/avaliação restrito de design (Federal Aviation Administration, 2016).

## 3.4.2 Tipos de Software

A classificação das aplicações de software dos *Electronic Flight Bags* baseiam-se na gravidade das condições de falha resultantes do seu mal funcionamento ou mau uso. Na prática a avaliação destas condições de falha determinará a classificação das respetivas

---

<sup>4</sup> **Fases críticas do voo** - As fases críticas de voo refletem: corrida da descolagem, aproximação final, rolamento da aterragem.

<sup>5</sup> **PED** - Os *Portable Electronic Device* (PED) é qualquer tipo de dispositivo eletrónico, tipicamente de consumo, utilizado pela tripulação de voo.

aplicações (Agency E. A., Airworthiness and Operational Consideration for Electronic Flight Bags (EFBs), 2014).

Como já referido anteriormente, esta antiga classificação contemplava as aplicações Tipo C, que por uma questão de simplificação na avaliação são agora abordadas como aplicações de aviónica certificadas.

### **3.4.2.1 Tipo A**

As aplicações *Tipo A* são aquelas em que o seu uso indevido ou a sua avaria não têm efeito na segurança operacional da aeronave. Estas aplicações tendem a ser categorizadas pelos reguladores como aplicações que não têm efeitos adversos na segurança operacional da aeronave para qualquer operação de voo. São classificadas em termos de condição de falha, como aplicações sem efeito na segurança da operação da aeronave (European Aviation Safety Agency, 2017).

As aplicações de software Tipo A são aplicações que estão destinadas ao uso em solo e não podem ser usadas nas fases críticas de voo. Estas aplicações de software não podem hospedar informações aeronáuticas necessárias para as operações de voo, tais como, MEL e/ou o AFM, entre outras. (Association) As aplicações de software incluídas neste tipo são normalmente cópias não interativas de documentos em papel.

### **3.4.2.2 Tipo B**

A EASA e a FAA consideram as aplicações de software Tipo B, como dinâmicas e interativas, porém não substituem nem duplicam qualquer sistema ou funcionalidade exigidos pelos regulamentos de aeronavegabilidade, requisitos de espaço aéreo ou regras operacionais (European Aviation Safety Agency, 2017).

As aplicações de software inseridas nesta categoria são aplicações que fornecem informações aeronáuticas necessárias para serem acessíveis em cada voo. As aplicações Tipo B incluem aplicações interativas, tais como calculadoras de peso e centragem, e também para a exibição de alguns documentos tais como a MEL e o AFM (Arconics, 2016).

### **3.2.2.3 Tipo C**

As aplicações Tipo C são aplicações que exibem informações que são diretamente utilizadas pela tripulação de voo para controlar a aeronave e a sua trajetória de forma a seguir a rota de navegação pretendida ou evitar condições meteorológicas adversas. As aplicações *Tipo C* são classificadas numa condição de falha considerada como um risco maior risco para a segurança operacional da aeronave.

Estas aplicações são consideradas como *non-EFB software applications*, e são encontradas em aviónicos que incluem funções pretendidas para comunicações, navegação e também podem ser utilizadas como um *display* para uma câmara de vigilância. Os *Electronic Flight Bags* incluídos nesta classificação de software precisam de uma aprovação de projeto e produção de autoridades aeronáuticas.

### 3.5 Nova Classificação

Com já refletido acima, devido à algum desfoque da antiga classificação dos *Electronic Flight Bags* e na necessidade de simplificar estas classificações a EASA e a FAA em conjunto elaboram, em 2014, novas orientações para a classificação dos *Electronic Flight Bags* para tentar facilitar a classificação destes. É assim apresentado abaixo as mudanças que foram feitas:

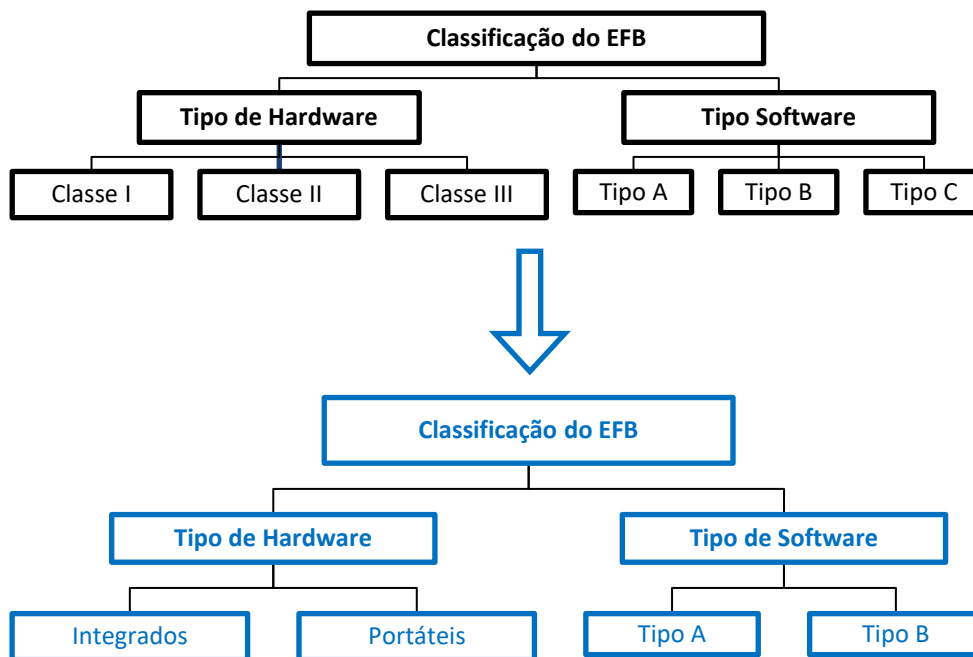


Figura 5: Antiga e nova Classificação dos *Electronic Flight Bags*.

Nesta nova classificação no que respeita à classificação dos *Software Tipos*, não serão novamente abordados novamente, pois com esta nova classificação procedeu-se unicamente à eliminação de uma classificação, Tipo C, não sendo assim pertinente avaliar novamente estas classificações pois as outras, Tipo A e Tipo B, mantem-se inalteradas.

## 3.5.1 Tipos de Hardware

### 3.5.1.1 Integrados

Um EFB integrado é um dispositivo que pode hospedar aplicações *Tipo A*, *Tipo B* e também aplicações de aviónica certificadas. A plataforma instalada deve obter aprovação de aeronavegabilidade, uma vez que é considerada uma peça de uma aeronave. Além de poder hospedar aplicações de software *Tipo A* e *Tipo B*, um EFB integrado, pode também hospedar aplicações de aviónica certificadas, desde que o *Electronic Flight Bag* atenda aos requisitos de certificação para hospedar tais aplicações, incluindo a garantia de que as aplicações de software não certificados não afetam negativamente as aplicações de software certificadas (European Aviation Safety Agency, 2017).

### 3.5.1.2 Portáteis

Os *Electronic Flight Bags* portáteis podem transportar consigo aplicações de software *Tipo A* e *Tipo B*, e podem ser utilizados dentro e fora da aeronave. Um EFB portátil é uma plataforma usada no *flight deck*, que não faz parte da configuração da aeronave, não estando sujeita a nenhuma aprovação de aeronavegabilidade. O EFB portátil é considerado pela EASA como um *Portable Electronic Device* (PED). Os PEDs são qualquer tipo de dispositivo eletrônico, tipicamente de consumo, utilizados pela tripulação de voo. Basicamente, todos os equipamentos capazes de consumir energia elétrica estão sob esta definição (European Aviation Safety Agency, 2017).

Os *Portable Electronic Devices* dividem-se em:

- ***Controlled Portable Electronic Device (C-PED)*** - Um C-PED é um dispositivo eletrônico portátil que possui uma capacidade funcional para comunicações e processamento de dados sujeito a um controlo administrativo pelo operador aéreo que o utiliza.
- ***Transmitting Portable Electronic Device (T-PED)*** - Um T-PED é um dispositivo eletrônico que possui capacidade de transmissão de radiofrequência.

Os EFBs portáteis poderão ser utilizados em todas as fases de voo se estiverem fixadas a um suporte devidamente certificado de forma a que não comprometerem o seu uso normal, e de forma a ser facilmente removíveis do seu suporte sem o uso de ferramentas, pela tripulação (Civil Aviation Authority, 2016).

## 3.6 Desenvolvimento dos *Electronic Flight Bags*

A revolução *paperless* no cockpit teve início com a necessidade de otimizar a seleção, /transporte e utilização dos documentos efetivamente necessários, de entre as milhares de páginas e procedimentos que são requeridos na rotina diária de uma aeronave. Os *Electronic Flight Bags* eram inicialmente, eram unicamente utilizadas para a exibição de manuais digitalizados (Johnstone, 2016). Os *Electronic Flight Bags* cresceram para oferecer alternativas de alta qualidade para a gestão que, anteriormente, era feita em formato de papel.

É difícil determinar exatamente quando e onde a primeira ideia de um *Electronic Flight Bag* foi originada. Porém, numa perspetiva de reduzir o papel no *Flight Deck*, à medida que o GPS<sup>6</sup> se tornou mais comum, as aeronaves começaram a integrar vários dispositivos do tipo mapa-em-movimento. À medida que estes dispositivos se tornaram mais sofisticados começaram também a incorporar novas funcionalidades, como por exemplo, a exibição de informações meteorológicas. Nos últimos anos, estes dispositivos incorporam também cartas de aproximação e cartas de aeródromo eletrónicas. Este desenvolvimento aconteceu logo após a *Jeppesen*, fornecedora mundial de cartas de aproximação e de cartas de navegação, ter disponibilizado estes produtos em formato eletrónico. Com este avanço, estes simples *Electronic Flight Bags* foram capazes de substituir grande parte do papel dos cockpits (Fitzsimmons, 2002).

A *Flight Options*, um operador de aviação executiva fracionada, modelo de negocio equivalente ao praticado pela NetJets, foi uns dos primeiros a equipar a sua frota, composta por 88 aeronaves, com *Electronic Flight Bags*. De acordo com Jim Miller, vice-presidente da *Flight Options*, “na altura a FAA não sabia realmente o que fazer com as cartas eletrónicas, ninguém até aquele momento tinha abordado a questão das *Electronic Flight Bags* neste ponto”. Quando a *Flight Options* unilateralmente informou que iria remover as cartas de voo em formato de papel das suas aeronaves, a FAA começou finalmente a pensar nesta questão. Este movimento, por parte da *Flight Options*, forçou de certa maneira uma decisão da *Federal Aviation Administration* de regulamentar este ponto, desenvolvendo uma *Advisory Circular (AC)* intitulada de AC 120-EFB, *Guidelines for the Certification, Airworthiness, and Operational Approval of Electronic Flight Bag Computing Devices*, nascendo assim a primeira regulamentação focada na aprovação dos *Electronic Flight Bags* (Benenson, 2003).

Também no início da década de 90, os primeiros percussores dos *Electronic Flight Bags* vieram de pilotos que usavam os seus *laptops* pessoais e softwares comuns, tais como *spreadsheets* e aplicações de processamento de texto, de forma a executar tarefas de peso e centragem de preenchimento de formulários operacionais. Nesta altura os *Electronic Flight*

---

<sup>6</sup> GPS - Global Positioning System

*Bags* gozavam da ausência de regulamentos por parte das autoridades aeronáuticas visto que esta tecnologia estava ainda numa altura embrionária. Este facto permitia o usufruto da alta capacidade destes dispositivos eletrónicos, no entanto, com uma lacuna grande na segurança operacional da aeronave, pois eram dispositivos novos e que precisavam de ser estudados e regulamentados.

A FedEx foi a pioneira na informatização das tarefas no cockpit. Desde 1991, com a implementação do *Airport Performance Laptop Computer* (APLC). O APLC permitia aos pilotos executar cálculos de peso e centragem. Operadores como a FedEx, por exemplo, num voo com destino ao aeroporto de Memphis, onde a FedEx tem o seu Hub operacional, são precisas aproximadamente 50 páginas de cartas de navegação. Foi nesta perspetiva que a FedEx viu a necessidade de adotar uma solução de um *Electronic Flight Bag* (Kendrick, 2016).

Embora a taxa de adoção desta tecnologia tenha sido devidamente lenta entre os grandes operadores aéreos mundiais, os operadores de aeronaves executivas tinham vindo a implementar rapidamente os *Electronic Flight Bags* desde 1999 devido em parte à simplificação regulamentar e à justificação de custos (OMICS INTERNATIONAL, 2016).

Contudo, para as grandes companhias aéreas, o principal problema com os *Electronic Flight Bags* não foi a instalação do Hardware na aeronave, mas sim os meios de distribuir de forma confiável e eficiente as atualizações de toda a documentação (OMICS INTERNATIONAL, 2016).

### 3.6.1 Aparecimento do primeiro conceito EFB - EKB

O primeiro conceito verdadeiro do *Electronic Flight Bag*, projetado especificamente para substituir o *Flight Bag*, foi patenteado por *Angela Masson*, em 1999, como EKB. A invenção foi originalmente concebida com a intenção de resolver o problema do peso das *Flight Bags*, no entanto, no desenvolvimento deste projeto, outras propriedades inovadoras e altamente funcionais tornaram-se evidentes.

O EKB foi desenvolvido, tendo em conta três perspetivas gerais:

- **Peso** - o EKB foi originalmente concebido com a intenção de simplesmente resolver o problema de peso dos *Flight Bags* bem como todo o seu conteúdo, adotando um dispositivo eletrónico equivalente com cerca de 3 kgf.
- **Utilidade** - este conceito desenvolvido tendo em vista a sua utilidade, foi projetado de forma a ser leve e facilmente transportado. Por outro lado, foi também dimensionado de forma a ocupar menos espaço no *cockpit*.
- **Função** - tradicionalmente com o FB, quando o piloto precisava de algum documento e tinha que o procurar dentro da FB, muitas vezes isso tirava o

piloto do seu circuito operacional e custava um tempo precioso, especialmente em situações de emergência. (Masson, 1999)

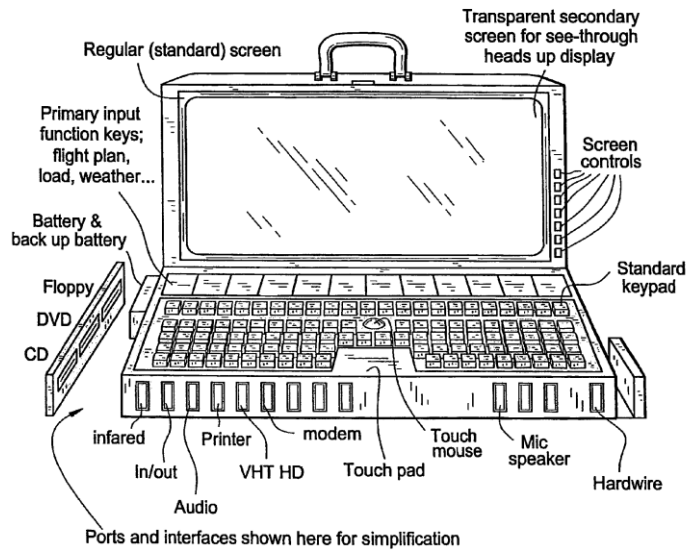


Figura 6: Aspecto Básico do EKB. (Masson, 1999)

Tendo como principal objetivo criar um dispositivo que através da fusão e formalização de dados operacionais numa metodologia funcional que pudesse ser facilmente utilizável no ambiente operacional do cockpit, o *Electronic Kit Bag* viu no *Flight Bag* as suas principais limitações e tentou encontrar uma solução de forma a ajudar os pilotos na sua rotina diária (Masson, 1999).

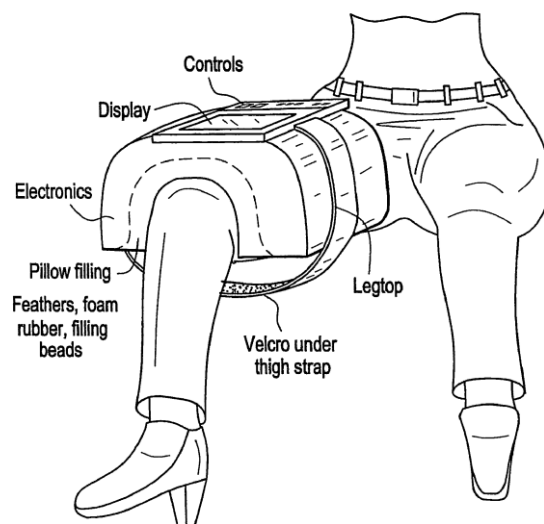



Figura 7: Solução Ergonômica do EKB. (Masson, 1999)

### 3.6.2 Cronologia histórica dos *Electronic Flight Bags*

Na tabela a seguir é apresentada uma síntese dos momentos marcantes na história dos EFBs:



1990	No início da década de 1990, pilotos usavam os seus computadores portáteis pessoais e software comuns para executar funções como cálculos de peso e centragem e também para o preenchimento de formulários operacionais.
1991	A <i>FedEx</i> implantou o APLC, um computador que permitia realizar cálculos de performance da aeronave.
1996	A <i>Aero Lloyd</i> , um operador alemão de carga aérea, introduziu no cockpit dois computadores portáteis de forma a comutar o desempenho da aeronave, mas também para o acesso a documentação operacional. O sistema, denominado de <i>Flight Management Desktop</i> (FMD) permitiu na altura à <i>Aero Lloyd</i> a remoção do cockpit de toda a documentação e cálculos de Regular <i>Take-Off Weight</i> (RTOW), com acordo da autoridade de aviação civil alemã, <i>Luftfahrt-Bundesamt</i> .
1999	Surge o primeiro conceito do <i>Electronic Flight Bag</i> especificamente projetado para substituir o <i>Flight Bag</i> , desenvolvido por <i>Angela Masson</i> , denominando-o de <i>Electronic Kit Bag</i> .
2000	No verão de 2000, a <i>Flight Options</i> , um operador de aviação executiva fracionada torna-se num dos primeiros, no ramo do <i>business aviation</i> , a equipar a sua frota com uma solução EFB, que permitia a visualização de cartas de voo em suporte digital.
2004	O primeiro EFB de Classe II foi certificado e instalado pela <i>Avionics Support Group</i> , numa companhia americana charter, <i>Miami Air</i> , num Boeing 737.
2006	A <i>My Travel</i> , um operador aéreo charter, agora fundida com a <i>Thomas Cook</i> , tornou-se na primeira companhia aérea a utilizar o <i>Electronic Technical Log</i> , uma solução integrada no EFB, usando comunicação GPRS <sup>7</sup> .
2013	<i>American Airlines</i> conclui a implementação do <i>Electronic Flight Bag</i> em toda a sua frota, tornando-a na primeira companhia aérea no mundo a utilizar somente tablets durante todas as fases de voo. ((AA), 2013)

Tabela 3: Cronologia dos principais acontecimentos da história do EFB.

<sup>7</sup> GPRS - General Packet Radio Service

## 3.7 Conectividade dos *Electronic Flight Bags*

À medida que os operadores “caminham” para um *Flight Deck Paperless*, a conectividade será uma chave para as operações de voo no futuro, pois permitirá a transmissão de dados operacionais em tempo real e de relevância, em todas as fases de voo, para os vários departamentos da companhia aérea (Jr. & Tighe, 2014).

Neste tópico abordaremos o que tem sido feito atualmente e o que este novo recurso a conectividade têm reservado para as operações aéreas no futuro.

### 3.7.1 Contexto Atual

As soluções encontradas nas *Electronic Flight Bags* estão disponíveis há muitos anos e oferecem um retorno de investimento significativo. No entanto, estas soluções não conseguiram penetrar no sector aeronáutico em grande parte devido à lacuna que existe de uma conectividade fiável e acessível em todas as fases de voo. A conectividade presente nos EFBs é hoje, em grande medida, limitada ao uso em solo. Embora o pessoal de manutenção esteja normalmente no solo a desempenhar as suas tarefas, eles normalmente não estão conectados a redes de dados da companhia aérea quanto estão perto de uma aeronave.

As atuais aplicações de software dependem de conexões de rede de dados móveis são caras e difíceis de suportar (Gogo, 2016). Nunca nenhuma aeronave foi projetada ou considerada como sendo parte de uma infraestrutura IT. Contudo, muitos fabricantes de aeronaves têm percebido que uma aeronave em si pode ser uma fonte rica de dados para praticamente todos os aspetos da operação de uma companhia aérea (Lovelady, 2011).

Tradicionalmente, a resposta a uma conectividade fiável sempre presente nas operações aéreas tem sido até agora negativa, impulsionada pelo facto de que os avanços feitos na conectividade no cockpit estiveram sempre um pouco atrás dos avanços executados no *in-flight entertainment*<sup>8</sup>, para conforto dos passageiros. No entanto, com os recentes avanços da tecnologia de informação esta perspetiva tem mudado. O desafio atualmente é “ligar” efetivamente a aeronave rica em dados precisos à rede IT de uma companhia aérea.

A introdução dos *Electronic Flight Bags*, no cockpit tem sido um importante passo para alcançar esta conectividade, o que abrirá ainda mais a porta à integração de novos sistemas, aplicações e à automação do cockpit (Lovelady, 2011).

---

<sup>8</sup> Refere-se ao entretenimento disponível, nas aeronaves, para os passageiros durante o voo.

Desde que a conectividade, IP de banda larga de alta velocidade, surgiu em 2004 com a *Connexion* desenvolvida pela Boeing, o termo aeronave conectada expandiu-se para incluir uma perspectiva de comunicação maior, de “nariz-até-à-cauda”. Embora incapazes de replicar redes terrestres, as novas redes IP das aeronaves oferecem largura de banda em quantidades significativamente maiores que os sistemas de comunicações atuais (Gogo, 2016).

A conectividade presente nos EFBs atualmente é em grande medida limitada ao uso no solo. Muitos operadores optam por não selecionar comunicações “*off-board*” a bordo das aeronaves, tais como comunicações via satélite, tornando as atualizações de dados nos EFBs difíceis e demoradas em voo. Além disso, adicionar comunicações “*off-board*” é uma modificação muito dispendiosa para o operador e requer uma infraestrutura de terra que nem sempre está sob o controle da companhia aérea. (Gogo, 2016) Optando assim os operadores por escolher a versatilidade dos *COTS*, como são exemplo os *tablets*, que tem por outro lado como vantagem o facto de quase todos terem conectividade “*off-board*” através de redes *wireless* ou redes de dados móveis. Esta conectividade que lhe está intrínseca, e a sua versatilidade, tem sido em grande parte o motivo pelo qual eles se têm tornado populares, no contexto do *flight deck* ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005).

### 3.7.2 Contexto futuro

O alcance e as capacidades dos *Electronic Flight Bags* paralelamente à conectividade nas aeronaves estão se a expandir diariamente. A introdução dos *COTS*, tais como *tablets* e computadores portáteis, está a conquistar uma grande atenção dentro da indústria da aviação em todo mundo. Embora os *Electronic Flight Bags* estejam disponíveis há vários anos, o programa completo de conversão, papel digital, exige um retorno de investimento consistente que justifique uma maior exploração nesta mudança.

Operadores em todo o mundo estão a implementar soluções de conectividade baseadas em satélites e banda larga nas suas aeronaves. Contudo, estes sistemas podem também proporcionar operações de voo melhoradas, permitindo a partilha de dados em tempo real com as equipas das operações terrestres. É neste contexto que nasce o conceito de *Connected Airline*. No futuro, com a crescente prevalência de opções de conectividade de banda larga e satélite permitirá que companhias aéreas e operadores capturem dados e monitorizem dados sobre a performance de sistemas e componentes das aeronaves para desta forma aumentar a eficiência no agendamento de manutenções e traçar tendências de falhas (Honeywell, 2017).

Do mesmo modo, com o *NextGen*<sup>9</sup> e o *SESAR*<sup>10</sup> no horizonte, a promessa para a participação de um sistema modernizado de gestão do tráfego aéreo tem vindo a incentivar as companhias aéreas a alcançar novos níveis de conectividade. A evolução da conectividade da aeronave continuará, paralelamente a isso, os regulamentos e as diretrizes que os governam evoluíram também. Os futuros *Electronic Flight Bags* suportarão atualizações em tempo real de dados sensíveis, tais como, relatórios meteorológicos em voo e/ou NOTAMs<sup>11</sup> (Allen, *Electronic Flight Bag*, 2003).

Os sectores que realizam manutenção das aeronaves também têm defendido, já há alguns anos, os benefícios de uma *Connected Airline*. Com a próxima geração de aeronaves, Boeing 787 e o Airbus A350, o conceito de manutenção “preditiva” está a ganhar terreno, o que é provavelmente o maior potencial benefício da manutenção das aeronaves permitido pela conectividade (Gogo, 2016).

A manutenção preditiva centra-se num esforço de usar todas as fontes de dados possíveis recolhidas pelos muitos sensores existentes na aeronave, mostrando quaisquer indicações de deterioração da estabilidade ou do desempenho que posteriormente possam exigir uma manutenção. Pressões, temperaturas, taxas de fluxo, vibrações e os mais tipos de informações registadas pelos sensores, podem apontar para sinais iniciais e em desenvolvimento de uma determinada falha que permite que o pessoal envolvido na manutenção da aeronave faça a manutenção necessária somente quando for verdadeiramente necessária (IBM, 2016).

Neste contexto “a manutenção preditiva encerra a ideia que quanto mais informação se possuir sobre qualquer sistema que opere em tempo real, mais se poderá antecipar realização da manutenção para maximizar a utilização das aeronaves “ (Joe Goebel, *What does aircraft Predictive Maintenance involve?*, 2016). Combinando estes dados acessíveis a companhia aérea é possível reduzir o tempo de imobilização (vulgo *downtimes*) e alcançar economias de custo.

A conectividade nas aeronaves é uma das maiores revoluções tecnológicas atualmente a acontecer no sector da aviação comercial (Honeywell, 2017). Um dos grandes desafios de forma a manter esta evolução constante é a de equilibrar a visão dos fabricantes de aeronaves e das agências reguladoras, de forma a encontrar um “caminho” comum, para o futuro da indústria aeronáutica, permitindo economias de custos imediatas e retornos nas receitas.

---

<sup>9</sup> *NextGen* - *Next Generation Air Transportation System*.

<sup>10</sup> *SESAR* - *Single European Sky ATM Research*.

<sup>11</sup> *NOTAM* - *Notice to Airmen*

### 3.7.3 Regulamentação

Um *Electronic Flight Bag* com conectividade de dados a sistemas da aeronave, com ou sem fio, pode receber ou transmitir informação de e para os sistemas da aeronave, desde que a conexão e a interface de proteção de dados estejam incorporadas no *Aircraft Tipo Design*.

Um *Electronic Flight Bag* pode receber qualquer tipo de informação a partir dos sistemas da aeronave, contudo a transmissão de dados do *Electronic Flight Bag* é limitada:

- A sistemas cujas falhas não tenham nenhum efeito ou efeitos menores na segurança operacional da aeronave, como por exemplo, uma impressora localizada no cockpit ou o ACARS<sup>12</sup>.
- A sistemas da aeronave que tenham sido certificados com a finalidade de fornecer conectividade a PEDs (por exemplo, SATCOM<sup>13</sup> como um router) de acordo com as limitações estabelecidas no *Aircraft Flight Manual*.
- A sistemas completamente isolados na troca de dados (em ambas as direções) dos sistemas certificados da aeronave.

A conectividade de dados do *Electronic Flight Bag* deve ser validada e verificada para garantir a não interferência e o isolamento dos sistemas certificados da aeronave durante a transmissão e a recepção de dados. A avaliação da segurança da instalação da conectividade de dados do *Electronic Flight Bag* deve incluir uma análise das vulnerabilidades a novas ameaçadas que podem ser introduzidas pela ligação do EFB aos sistemas da aeronave (*malware* e/ou acesso não autorizado) e os seus efeitos na segurança operacional da aeronave. Quaisquer limitações de aeronavegabilidade resultantes devem ser incluídas no AFM (European Aviation Safety Agency, 2017).

## 3.8 Benefícios dos *Electronic Flight Bags*

Substituir o formato de papel por uma solução eletrónica inteligente é atualmente o “*Santo Graal*” da indústria da aviação. A utilização de espaço e a introdução de recursos no cockpit é limitada pelo que a sua gestão é fundamental.

Porém convém destacar que optando pela escolha de uma solução integrada de um *Electronic Flight Bag* não é garantia suficiente para que haja um aumento na eficiência operacional e uma posterior redução de custos. Os fabricantes de hardware e software e os

---

<sup>12</sup> ACARS - Aircraft Communications Addressing and Reporting System

<sup>13</sup> SATCOM - Airborne radio telephone communication via a satellite.

demais consultores da indústria afirmam que um programa de implementação de um *Electronic Flight Bag* deve começar por identificar um *business case*.

A escolha de um forte *business case*, guiado por objetivos estratégicos claros e sustentados, uma vez que terá um impacto em praticamente todos os departamentos da companhia aérea, contribuirá para tirar partido dos principais benefícios apresentados pelos *Electronic Flight Bags* (Knight, 2016).

Os *Electronic Flight Bags* são responsáveis pela grande eliminação do formato de papel nos *Flight Deck* das aeronaves de todo mundo, oferecendo à tripulação de voo uma ampla gama de ajudas tecnológicas. É nesta perspetiva que os benefícios dos *Electronic Flight Bags* centram. O objetivo deste subcapítulo é apresentar uma síntese desses benefícios trazidos pelos *Electronic Flight Bags*.

### **3.8.1 Redução de Custos**

As soluções encontradas nos *Electronic Flight Bags*, além de permitir às tripulações de voo reduzir a quantidade de papel no cockpit, permitem outras vantagens, incluindo a redução dos encargos relacionados com a gestão que têm que ser feita com toda a documentação inerente a cada aeronave.

Com a introdução do *Electronic Flight Bag*, numa companhia aérea, a redução de custos ocorre nos departamentos que fazem a gestão e a distribuição de toda a documentação. Mas a poupança é também alcançada nos custos de treino e custos médicos associados a lesões de pilotos por carregar as pesadas *Flight Bags* ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005).

Além do já enunciado no que se refere à redução de custos, realça-se a vantagem do *Electronic Flight Bag* no que respeita aos cálculos de performance da aterragem e descolagem. Os cálculos de performance da aterragem e descolagem atuais são conservadores e são muitas vezes baseados no envio antecipado de dados de peso e centragem calculados à priori e que são muitas vezes suscetíveis de sofrerem alterações, com a atualização dos dados relacionados com o despacho (*dispatch*) da aeronave em tempo real com o centro de operações da companhia aérea irá permitir à companhia aérea uma economia de custos em atrasos e de certa forma visto que este dados irão ser mais precisos podemos afirmar que haverá lugar para um aumento de *payload*.

Esses cálculos podem também posteriormente resultar em *thrust ratios* menores, e representar uma economia no consumo de combustível na aterragem. ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005).

### 3.8.2 Dados em tempo Real

A escolha de uma solução, integrada, de um *Electronic Logbook*, permitirá que todas as informações acerca do status da aeronave estejam acessíveis em tempo real, o que significará que todo o pessoal envolvido no processo de manutenção terá acesso facilitado a informações específicas relevantes.

Um processo de manutenção sem papel, não só ajudará a economizar papel e, portanto, recursos ambientais, como economizará recursos, mas mais importante ainda agilizará a prestação e transmissão de todas as informações relacionadas com o status da aeronave e aumentará a qualidade da entrada de dados no *Aircraft Technical Log System*, sendo esta, umas das maiores dificuldades para um departamento de manutenção (Lufthansa Technik, 2016).

### 3.8.3 Eliminação da redundância

Com a escolha de um *Aircraft Electronic Logbook*, uma solução que se encontra integrada nos *Electronic Flight Bags*, no futuro os técnicos que compõe a equipa de manutenção da companhia aérea introduzirão dados, que eram anteriormente registados nas cadernetas de voo e posteriormente passados para o software de manutenção da companhia aérea, diretamente para o software de manutenção, eliminando o registo de papel que servia de intermediário para o efeito de registo no software de manutenção.

A eliminação da entrada de dados duplicada significa que os erros da transmissão e inconsistências de dados são evitados. As ajudas no preenchimento de dados e a sua subsequentemente autocorreção irão permitir uma maior fiabilidade dos dados inseridos e por conseguinte esta recolha de dados será mais eficiente (Lufthansa Technik, 2016).

### 3.8.4 Manuseio das Cartas Aeronáuticas

Os *Electronic Flight Bags* preveem também um aumento da segurança operacional durante as operações de terra, especialmente no que respeita a incursões de pista e incidentes durante o *taxiing* que são uma preocupação constante no segurança operacional dos aeroportos de todo o mundo.

Com ajuda do *Airport Surface Moving Map (ASMM)*, uma aplicação integrada num *Electronic Flight Bag*, irá permitir ajudar a orientar a tripulação de voo da posição da aeronave no solo em relação às pistas de descolagem e aterragem, pistas de táxi e estruturas aeroportuárias, sem referência a gráficos em papel. O ASMM cria assim uma margem de segurança e eficiência operacional, aumentando o conhecimento da posição da aeronave no solo, reduzindo a carga de trabalho da tripulação de voo. Além dos benefícios da segurança

operacional já enunciados, o aumento da consciência situacional<sup>14</sup> ajuda também a reduzir os tempos de táxi e por conseguinte a reduzir os atrasos. Os mapas ASMM são derivados de imagens de satélite e são georreferenciados para representações altamente precisas das superfícies dos aeroportos. (Jeppesen, 2017)

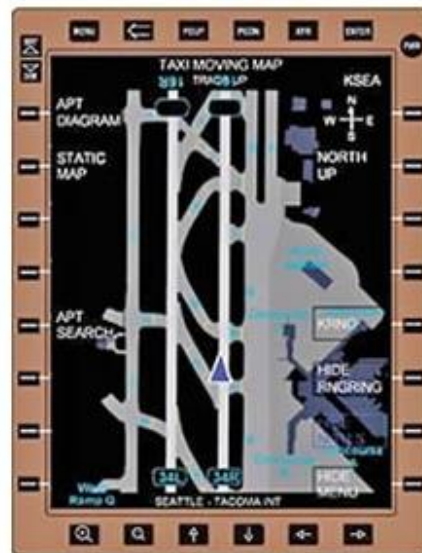


Figura 8: Airport Surface Moving Map (ASMM) presente num EFB. (Clark & Trampus, 2011)

### 3.9 Transição Papel-Digital

Embora o potencial dos *Electronic Flight Bags* seja grande, os reguladores, os possíveis utilizadores e os projetistas destas novas plataformas concordam que os EFBs abrem um novo caminho nas considerações sobre os fatores humanos. Estes devem ser devidamente estudados de forma a alcançar a totalidade das capacidades dos EFBs sem efeitos adversos (Chandra, Human Factors Evaluation of Electronic Flight Bags, 2002).

Ao longo dos anos a indústria aeronáutica e as principais autoridades aeronáuticas mundiais, EASA e FAA, reconheceram que as preocupações com os fatores humanos desempenhariam um papel fundamental na conceção e avaliação dos EFBs. Embora os EFBs possam parecer um equipamento familiar, estes são equipamentos novos e altamente sofisticados no contexto do *flight deck*.

<sup>14</sup> **Consciência Situacional** - A consciência situacional ou consciência de situação é caracterizada pela percepção dos elementos no ambiente de trabalho dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão do significado desses elementos e a projeção dessa situação em um futuro próximo (Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), 2017).

Uma série de estudos conduzidos pela FAA sobre os fatores humanos envolvendo o uso do *Electronic Flight Bag* afirma que a transição do formato de papel para uma plataforma digital poderá apresentar problemas para as tripulações. É importante entender como um novo sistema, como é o caso do *Electronic Flight Bag*, afetará os padrões comportamentais da tripulação. A carga de trabalho pode ser diminuída em alguns casos e aumentada noutros. O aumento da carga de trabalho pode resultar de uma conceção deficiente ou ineficiente do software ou hardware, ou mesmo até de limitações na flexibilidade do uso do *Electronic Flight Bag* em relação ao tradicional formato de papel ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005).

Um *Electronic Flight Bag* pode fornecer às tripulações uma nova capacidade, como completar cálculos de peso e centragem. Esta nova responsabilidade pode ser adicional às outras tarefas de voo que a tripulação está acostumada a realizar, de modo que, em certo sentido, é um aumento da carga de trabalho para a tripulação. Os procedimentos operacionais devem garantir que a carga de trabalho associada a esta nova tarefa seja aceitável. Por exemplo, autorizar as tripulações a atualizar os cálculos de peso e centragem somente enquanto a aeronave se encontra na gate, e por outro lado durante o *taxiing* poderiam utilizar estas funções apenas para rever ou modificar cálculos.

A carga de trabalho necessária para manipular documentos eletrónicos pode exceder a carga de trabalho necessária para manipular documentos em formato de papel. Embora a carga de trabalho possa aumentar com os documentos eletrónicos, essa qualidade negativa é posteriormente compensada por outros fatores, como melhores capacidades de busca eletrónica e também pelo facto de que os documentos são tipicamente consultados em condições de baixa carga de trabalho. Em suma, o aumento líquido da carga de trabalho pode ser julgado aceitável.

Em vez de apoiar novas tarefas, os *Electronic Flight Bags* podem permitir às tripulações de voo executar tarefas de voo existentes de forma mais eficiente, como procurar informações num manual de voo. Neste caso, o design do software de pesquisa pode afetar o risco de se perder no processo de pesquisa de informações ou por um lado o risco de se distrair com uma pesquisa que resulta em muitas escolhas. Uma conceção apropriada da maneira como a pesquisa é feita deve atenuar estes riscos.

Existe também uma superioridade que tem sido muito referenciada entre os pilotos em relação às cartas aeronáuticas em formato de papel. Com o *Electronic Flight Bag* poderá ser mais complicado encontrar uma boa posição de leitura. Neste contexto, podemos afirmar que o EFB é menos flexível que o papel. A sua menor flexibilidade de posicionamento poderá alterar a tarefa do piloto na visualização dessas cartas. podendo aumentar a sua carga de trabalho A maioria dos pilotos está tão familiarizada com a manipulação destas cartas em papel que levará algum tempo para que as cartas eletrónicas se tornem tão confortáveis

como as em formato de papel. Porém, o encontro de uma boa solução de software que flexibilize a leitura destas cartas será vista como uma boa solução ( Flight Safety Foundation Editorial Staff , 2005).

É de extrema importância compreender quais são os novos padrões de carga de trabalho e julgar antecipadamente se os níveis de carga de trabalho são aceitáveis. Com esta nova plataforma pode haver diferenças tanto na carga de trabalho físico (alcance, manipulação e visualização) quando na carga mental (o pensamento necessário para identificar e encontrar a informação necessária).

A fim de compreender e avaliar o impacto total de um EFB, os designers e avaliadores precisam de entender como é que o dispositivo funcionará e como este será utilizado pelas tripulações, e por outro lado como o dispositivo interagirá com outros equipamentos no *flight deck* e de certa forma como os procedimentos operacionais serão afetados com a adoção desta nova solução (Chandra, Yeh, Riley, & Mangold, 2003).

# Capítulo 4. Elementos do processo de gestão da aeronavegabilidade

O transporte aéreo é nos dias de hoje uma forma muito segura de viajar, além da segurança, o aspeto económico da operação é outro elemento de base para o sucesso da aviação (Correia, 2012).

Neste capítulo pretende-se apresentar algumas noções teóricas sobre os elementos do processo de gestão da aeronavegabilidade, para uma contextualização do presente tema desta dissertação de modo a servir de suporte na leitura dos seguintes capítulos. Irá ser abordada a questão da Aeronavegabilidade, pois é um assunto comum a todos os operadores aéreos civis, e desta forma uma razão para a existência do *Aircraft Technical Log System*, pois é onde o processo de registo de anomalias está inserido.

## 4.1 Aeronavegabilidade Continuada

A aeronavegabilidade continuada é atualmente uma questão verdadeiramente internacional, transversal a todos os operadores aéreos. Sendo uma disciplina para assegurar a integridade de uma aeronave ao longo da sua vida (Friend, 1997).

A aeronavegabilidade continuada é o processo pelo qual uma aeronave é mantida numa condição onde permanece aeronavegável, por outras palavras, tecnicamente preparada para o voo.

A Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO) define-a como um conjunto de processos, pelos quais, uma aeronave, motor, hélice ou um componente está em conformidade com os requisitos de aeronavegabilidade aplicáveis, que asseguram, em todo o momento da sua vida, que esta cumpre com todas as condições técnicas fixadas pelo Certificado de Aeronavegabilidade e que se encontra em condições de operar em segurança (International Civil Aviation Organization, 2010).

A gestão da Aeronavegabilidade Continuada de um operador fica a cargo da *Continuing Airworthiness Management Organization (CAMO)*. Gerida muitas vezes pelo DME, a função do CAMO é administrar e coordenar todas as ações preventivas e corretivas de manutenção da aeronave e essenciais para que esta possa cumprir as Instruções de Aeronavegabilidade Continuada e ser operada em segurança.

De forma a cumprir com as tarefas da aeronavegabilidade continuada, a manutenção de uma aeronave envolve todos os procedimentos e operações levadas a cabo de forma a manter uma aeronave pronta para voar em condições adequadas entre o período em que esta foi comprada até ser posta fora de serviço (Kiyak, 2012).

De modo a assegurar a Aeronavegabilidade Continuada é fundamental seguir determinados conjuntos de tarefas, pois a sua execução é essencial para assegurar a aeronavegabilidade continuada das aeronaves e bom funcionamento dos equipamentos operacionais e de emergência.

Em seguida são listadas as tarefas inerentes à Aeronavegabilidade Continuada:

1. Realização de inspeções antes do voo;
2. Retificação de defeitos ou danos que afetem a segurança operacional em conformidade com o ponto M.A.304 (Anexo I, Regulamento (CE) n.º 2042/2003);
3. Execução de todas as tarefas de manutenção, em conformidade com o programa de manutenção da aeronave aprovado;
4. Análise do nível de eficácia do programa de manutenção da aeronave aprovado;
5. Cumprimento das diretivas de aeronavegabilidade;
6. Execução de modificações ou reparações;
7. Procedimento de implementação de modificações e/ou inspeções não obrigatórias;
8. Voos de verificação no âmbito da manutenção. (European Aviation Safety Agency, 2017)

## **4.2 Manutenção não-programada**

A manutenção não programada é uma situação indesejada em que problemas repentinos e imprevisíveis precisam de ser resolvidos. Tal tempo de inatividade pode interromper muitos planos e programações e pode causar danos à operação da companhia aérea e por outro lado representa sempre um encargo indesejado.

Os responsáveis pela aeronavegabilidade continuada da aeronave deverão sempre assegurar que todos os defeitos detetados, que afetam a segurança operacional da aeronave, são retificados com a maior brevidade possível, cumprindo o que possa estar definido, nomeadamente, na MEL. Porém, devido por vezes a circunstâncias da operação torna-se vantajoso adiar/diferir a reparação dos defeitos detetados.

A palavra redundância costuma ter uma conotação negativa no seu uso comum, como algo supérfluo e excessivo, porém na engenharia moderna é sinónimo de segurança e integridade (Landau, 1969). Nos dias de hoje, as aeronaves têm um nível considerável de

redundância, sistemas que estão em duplicado ou em triplicado, unidades que não são precisas para todos os voos, e outras funcionalidades acima do mínimo requerido.

Por acordo das autoridades de aeronavegabilidade, os operadores têm competência de classificar defeitos de menor como deficiências permitidas, que podem ser retificadas numa altura mais conveniente à operação em vez de ser logo retificadas (European Aviation Safety Agency, 2017).

Uma aeronave tem um conjunto de requisitos mínimos que devem ser satisfeitos antes do voo ser despachado, previsto como parte das regras operacionais listadas na MEL (Friend, 1997).

## 4.3 Operação com itens inoperativos

Os regulamentos de aeronavegabilidade exigem que todos os equipamentos instalados na aeronave estejam operacionais no momento do voo. No entanto, dependendo do tipo e tamanho de operação e no tipo de aeronave, a aeronave pode ser aeronavegável com alguns tipos específicos de equipamentos inoperacionais à priori listados na MEL.

Os operadores com base no tipo de operação e tamanho ou tipo de aeronave são obrigados a operar com uma *Minimum Equipment List*, a fim de operar a aeronave com instrumentos ou equipamentos inoperativos. Contudo, operadores dos seguintes tipos de aeronaves, podem optar por não operar com a *Minimum Equipment List*, nomeadamente:

- Aeronaves pequenas sem motor de turbina para as quais uma *Master Equipment List* (MMEL) foi desenvolvida.
- Pequenos Helicópteros para os quais uma *Master Equipment List* foi desenvolvida.
- Aeronaves de asa rotativa para o qual uma MMEL não foi desenvolvida

Porém, o piloto ou um técnico devidamente certificado e qualificado fica responsável de fazer uma avaliação para determinar se o instrumento ou equipamento inoperacional constitui ou não um perigo para a segurança operacional da aeronave (National Business Aviation Association, 2016).

### 4.3.1 *Minimum Equipment List*

A *Minimum Equipment List* é um documento utilizado há mais de 50 anos por operadores de aeronaves comerciais em todo o mundo. (Feeler, 2002) Uma MEL é uma lista de

sistemas e de procedimentos que permitem que uma aeronave opere com equipamentos inoperacionais. É um documento produzido pelo operador da aeronave, com base na *Master Minimum Equipment List*, sendo posteriormente aprovado pela autoridade aeronáutica nacional, reflete um contexto de operação e configuração de uma aeronave (National Air Transport Association, 2016). A MEL pode ser mais restritiva bem como pode incluir mais sistemas que a MMEL, pois tal depende de exigências da autoridade aeronáutica nacional (Friend, 1997). A MMEL é uma lista de sistemas definidos pela entidade detentora do *Type Certificate* (TC) dizendo respeito a elementos que podem temporariamente estar inoperativos e que não comprometem o nível de segurança operacional.

O papel fundamental da MEL é permitir a operação das aeronaves com certos e equipamentos inoperativos, no entanto, o principal objetivo deste documento operacional não é encorajar a operação com itens inoperativos, mas sim manter uma barreira para um nível aceitável de segurança (National Business Aviation Association, 2016).

A ICAO define a uma MEL como “*a list which provides for the operation of aircraft, subject to specified conditions, with particular equipment inoperative, prepared by an operator in conformity with, or more restrictive than, the MMEL established for the aircraft Tipo*” (The International Civil Aviation Organization, 2001).

A *Minimum Equipment List* é um documento dinâmico, sujeito a revisões que possam ser introduzidas pela Autoridade Aeronáutica Nacional ou por condicionalismos de aeronavegabilidade definidos pelo operador e pelo detentor do TC. As autoridades aeronáuticas nacionais, no caso de Portugal a ANAC, concedem cerca de 90 dias, a partir da emissão de uma revisão da MEL, para que os operadores alterem as suas correspondentes MELs.

A criação de uma MEL é um processo que nasce primeiramente das especificações publicadas na CS-MMEL, documento elaborado pela EASA. Na CS-MMEL estão presentes todas as especificações para que um  *Tipo Certificate Holder (TCH)* possa desenvolver a *Master Equipment List* em conformidade (European Aviation Safety Agency, 2014). Posteriormente, a MEL é produzida pelo operador aéreo com base na *Master Equipment List* (National Air Transport Association, 2016).

Em seguida é apresentado, sumariamente, o *workflow* da criação de uma MEL:



Figura 9: Processo de criação de um Minimum Equipment List (MEL).

Cada MEL deve respeitar um formato e cada item de equipamento listado, deve estar descrito e identificado em conformidade com o *Air Transport Association* (ATA), comumente conhecido por *ATA 100* (em termos formais trata-se de *Ispec2200* deriva da norma ATA 100). O sistema conhecido na aeronáutica por ATA 100 foi desenvolvido na necessidade de criar uma Classificação numérica universal de todos os sistemas e subsistemas das aeronaves. Cada item de MEL tem um *ATA code* correspondente, e além disso, e ter o número de itens que estão instalados e o número requerido a estar operacional para ser despachado.

### 4.3.2 Intervalos de Retificação

O tempo máximo em que uma aeronave pode ser operada entre o deferimento de um item inoperativo e a sua reparação é categorizado na MEL. Cada item listado na MEL têm um respectivo intervalo de retificação. Por intervalo de retificação entende-se pelo tempo máximo que uma aeronave poderá operar entre a descoberta do item inoperativo e a sua reparação (Civil Aviation Safety Authority of Australian, 2004).

#### **Category A (CAT A)**

- Os itens inseridos nesta categoria devem ser reparados dentro do intervalo de tempo especificado na coluna “*Remarks and Exceptions*” presente na MEL aprovada do Operador. Sempre que a este tempo especificado, indicar ciclos ou horas de voo, a contagem deste intervalo de tempo tem início no próximo voo. Sempre que o intervalo de tempo estiver listado como dias de voo, o intervalo de tempo especificado, começa no dia de voo após o dia da descoberta do item inoperativo.

#### **Category B (CAT B)**

- Os itens inseridos nesta categoria devem ser reparados em 3 dias consecutivos, excluindo o dia da descoberta do item inoperativo.

#### **Category C (CAT C)**

- Os itens inseridos nesta categoria devem ser reparados em 10 dias consecutivos, excluindo o dia da descoberta do item inoperativo.

#### **Category D (CAT D)**

- Os itens inseridos nesta categoria devem ser reparados em 120 dias consecutivos, excluindo o dia da descoberta do item inoperativo.

### 4.3.3 “Dispatch” no contexto MEL

“Dispatch” para efeitos de MEL refere-se ao momento em que a aeronave inicia o seu rolamento de decolagem. A MEL é aprovada com base nos equipamentos que têm que estar operacionais para a decolagem, a menos que os procedimentos de MEL apropriados, tenham sido realizados (Cooperative Development of Operational Safety and Continuing Airworthiness, 2017).

Qualquer falha que ocorra após o início da decolagem será tratada como uma falha em voo, e para tal, essa deve ser analisada com o apoio do *Aircraft Flight Manual*.

### 4.3.4 Procedimentos Operacionais (O) e de Manutenção (M)

Qualquer equipamento listado na MEL que, quando inoperacional exija um procedimento operacional ou de manutenção para garantir que o nível de segurança é mantido são identificados na coluna “Remarks and Exceptions” da MEL, como:

- (O) - para procedimentos operacionais.
- (M) - para procedimentos de manutenção.
- (O)(M) - para procedimentos operacionais e de manutenção.

As aeronaves com equipamento inoperacional que requerem estes procedimentos de MEL, podem só voltar ao serviço após a conclusão do respetivo procedimento requerido para o deferimento.

Os procedimentos operacionais (O) são normalmente realizados pela tripulação de voo ou de cabine qualificados, mas podem ser realizados por outro pessoal devidamente qualificado e aprovado. Os procedimentos de manutenção (M) são normalmente realizados pelo pessoal de manutenção, porém algumas tarefas elementares podem ser realizadas por membros da tripulação ou também por pessoal qualificado e aprovado (Civil Aviation Safety Authority of Australian, 2004).

### 4.3.5 Exemplo de uma MEL

De forma a poder ilustrar o que foi acima enunciado, a seguir segue um exemplo de uma página de uma MMEL da FAA de um *Bombardier Challenger 350*. Um avião executivo classificado como *super-midsize jet*, com capacidade para 10 pessoas, como podemos ver na figura 10:



Figura 10: Bombardier Challenger 350.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION		MASTER MINIMUM EQUIPMENT LIST			
FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION		REVISION NO: 1		PAGE NO:	
AIRCRAFT: BD-100-1A10		DATE: 11/26/2004		24-1	
1. SYSTEM, SEQUENCE NUMBERS & ITEM	REPAIR CATEGORY				
	2. NUMBER INSTALLED				
	3. NUMBER REQUIRED FOR DISPATCH				
	4. REMARKS AND EXCEPTIONS				
24 ELECTRICAL POWER					
20-01 APU Generator Channel 1	C	1	0	(M)	May be inoperative provided: a) APU generator is disabled, and b) Engine Driven Generator Channels are operative.
20-02 ELECTRICAL APU GEN "ON" Switch Light (light function only)	C	1	0	(O)	
30-01 ELECTRICAL L/R BATT "OFF" Switch Light (light function only)	C	2	0		
30-02 ELECTRICAL STBY INST "OFF" Switch Light (light function only)	C	1	0		
31-01 Engine Driven Generator Channels	B	2	1	(M)(O)	May be inoperative provided: a) Affected generator is disabled, b) APU is operative, c) APU Generator Channel is operative and used throughout flight, d) AFM performance corrections for APU ON are applied, and e) Operations are conducted at or below FL 300.

Figura 11: MMEL de um Bombardier Challenger 350 (BD-100-1A10).

- 1 | ATA Number.
- 2 | Intervalo de retificação (CAT A, CAT B, CAT C e CAT D).
- 3 | Número de itens instalados na aeronave.
- 4 | Número de itens requeridos para *dispatch*.
- 5 | Procedimentos de manutenção (M) e operacionais (O):
  - (M) indica um requisito para um procedimento de manutenção específico que deve ser realizado antes do listar o item como inoperativo.
  - (O) indica um requisito para uma operação específica que deve ser realizada antes de listar o item como inoperacional.

Para que uma MEL seja devidamente interpretada, as tripulações de voo que a utilizam necessitam de capacidades adequadas de resolução de problemas, bem como conhecimento e experiência na gestão da aeronavegabilidade. À medida que os sistemas eletrónicos das aeronaves se tornam mais complexos e interligados, a compreensão das falhas destes sistemas torna-se muito mais exigente. Um único ponto de falha pode ter múltiplas consequências (Pierobon, 2013).

Para manter um nível aceitável de segurança e fiabilidade, a MEL estabelece limitações na duração e condições na operação com equipamento inoperativo. Sempre que o equipamento inoperacional é descoberto, a regulamentação exige que este seja relatado através de um registo num documento específico comumente denominado de *Aircraft Technical Log* (National Air Transport Association, 2016).

Para a maior parte dos operadores aéreos, o uso da MEL pode economizar milhões de euros devido ao facto de a aeronave pode descolar num voo regular de passageiros com equipamento inoperativo, completar o seu cronograma e atingir a base onde poderá a reparação das respetivas anomalias registadas.

## **4.4 Aircraft Technical Log System**

Um operador aéreo deve assegurar um sistema que faça o registo de informações pertinentes para a manutenção e operação da aeronave. O *Aircraft Technical Log System* é um sistema para o registo de avarias e defeitos entre manutenções programadas que contém informação, operacional e de manutenção, considerada necessária para assegurar a continuidade da aeronavegabilidade e segurança de voo.

O ATLS pode variar de complexidade dependendo das exigências da operação da companhia aérea, contudo tem que satisfazer as exigências da EASA. Embora o formato do *Aircraft Technical Log System* possa variar de operador para operador, o objetivo deste documento é fundamentalmente o mesmo. A maior parte das companhias aéreas utiliza um ATLS dual, isto é, uma combinação papel-digital. Esta combinação papel-digital é composta geralmente por um software de apoio à manutenção e por cadernetas técnicas de voo. Geralmente, o *Aircraft Technical Log System* assume o formato abaixo exemplificado, mas como já dito anteriormente o formato e conteúdo deste varia de companhia aérea.

O ATLS é normalmente composto por 2 cadernetas de voo e um software de apoio à manutenção.

- **Aircraft Technical Log (ATL)** - onde se faz o registo de todos os defeitos e avarias ocorridas.
- **Aircraft Flight/Journey Log (AF/JL)** - onde se regista os dados relativos ao voo, tal como, por exemplo, nomes da tripulação de voo, aeroporto de partida e chegada, combustível abastecido, tipo e quantidade de de-ice utilizado, etc.
- **Maintenance Tracking Software Application (MTSA)** - Um sistema de tipo *Maintenance Tracking Software Application* que integra dados de manutenção e engenharia num ambiente único, permitindo aos utilizadores um acesso facilitado de informações sobre as mais diversas aéreas atividades de manutenção bem como a todo o status das frotas de aviões da companhia. Executando funções de apoio à gestão e acompanhamento das atividades de manutenção (Airline Fleet & Network Management , 2010).

Em seguida, é apresentado uma exemplificação da composição de um *Aircraft Technical Log System*:

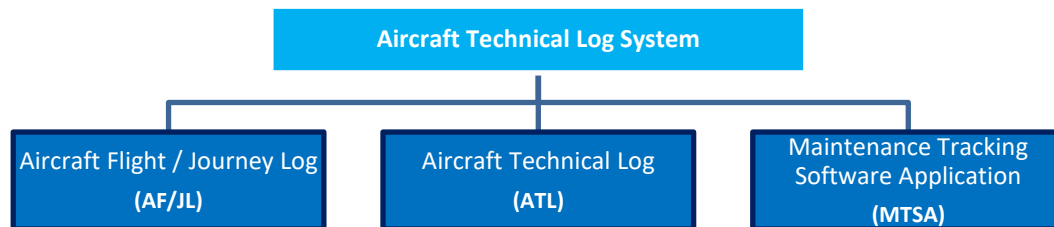


Figura 12: Exemplo de um *Aircraft Technical Log System*.

#### 4.4.1 Requisitos EASA Part-M

Os requisitos relacionados com *Aircraft Technical Log System* estão estabelecidos no artigo M.A. 306 da legislação *Commission Regulation (EU) No 1149/2011 of 21 October 2011 and Decision No 2011/011/R de 28 of November 2011* porém fazendo estes registos parte dos registos de aeronavegabilidade, terão que cumprir também com os requisitos dispostos em M.A. 306 e M.A. 307.

Na figura seguinte podemos ver os requerimentos, EASA PART-M, que estão associados ao *Aircraft Technical Log System*, e que serão seguidamente abordados.

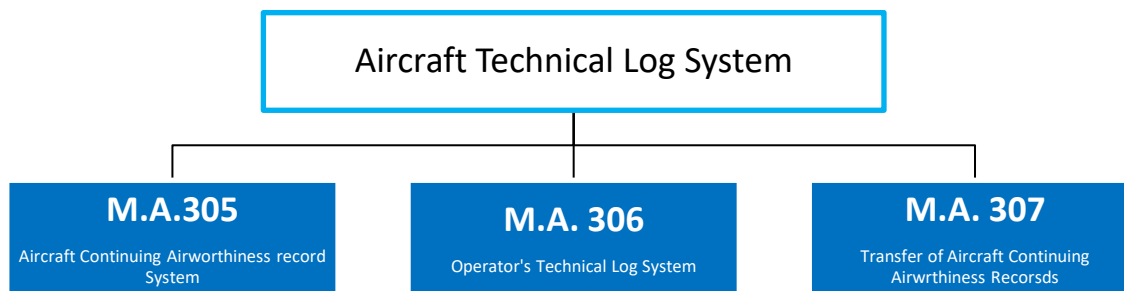


Figura 13: Requisitos para o *Aircraft Technical Log System*. (European Aviation Safety Agency, 2017)

#### 4.4.1.1 M.A. 305 - *Aircraft Continuing Airworthiness record System*<sup>15</sup>

A organização responsável pela o estado da aeronavegabilidade de uma aeronave, CAMO, deverá desenvolver um sistema de registos da continuidade da aeronavegabilidade das aeronaves, de forma a assegurar que se encontra disponível toda a informação relevante para o planeamento da continuidade da aeronavegabilidade e coordenação da manutenção, incluindo inspeções e auditorias.

Deste modo, os registos de continuidade da aeronavegabilidade, deverão consistir nos seguintes documentos *Aircraft Logbook*;

- *Aircraft Engine logbook*;
- Livro de registos da hélice;
- E outras fichas para qualquer componente com vida útil limitada;
- *Aircraft Technical Log*.

Após a execução de qualquer trabalho, o *Certificate of Release to Service* (CRS)<sup>16</sup> deve ser emitido e posteriormente introduzido, o mais breve possível, nos registos de aeronavegabilidade continuada.

Deve também ser assegurado um sistema que permita conservar os registos da aeronavegabilidade continuada durante os períodos definidos na regulamentação ou em normas internas. Os registos devem ser conservados, em locais seguros e de acessos

<sup>15</sup> *Aircraft Continuing Airworthiness record System* - Sistema de registo da aeronavegabilidade Continuada das Aeronaves.

<sup>16</sup> CRS - documento emitido por uma organização de manutenção Part-145 envolvida num evento de manutenção. O objetivo deste documento, é certificar, a ação de manutenção realizada pela organização de manutenção, devolve a aeronave a uma condição de aeronavegabilidade (European Aviation Safety Agency, 2017).

condicionados num formato aceitável pela autoridade competente, normalmente, em formato de papel ou suporte digital, ou uma combinação dos dois (European Aviation Safety Agency, 2017).

Muitos operadores para este efeito, utilizam um software que executa funções de apoio à gestão e acompanhamento das atividades de manutenção, para proceder ao controlo da aeronavegabilidade continuada das aeronaves sob a sua gestão. Este software permite introduzir todos os registos da aeronavegabilidade continuada das aeronaves garantindo assim a atualização operacional do sistema necessária para a monitorização do estado de todas as ações de manutenção controladas.

#### **4.4.1.2 M.A. 306 - Aircraft Technical Log System**

O *Aircraft Technical Log System* é um sistema que contém a informação operacional e de manutenção considera necessária para assegurar a continuidade e segurança de voo.

O ATLS permite o registo da seguinte informação:

- Dados sobre cada voo, que permitam garantir a segurança permanente do voo;
- O *Certificate of Release to Service*;
- A declaração de manutenção em vigor, indicando o estado de manutenção da aeronave bem como a próxima manutenção a realizar (programada ou não programada);
- Todas as retificações dos defeitos por resolver adiados e que afetam a operação da aeronave.

A elaboração e utilização do *Aircraft Technical Log System*, como parte integrante do sistema de registos da aeronavegabilidade continuada, é um requisito imposto apenas ao transporte aéreo comercial. Com efeito, os operadores, além de cumprir com os requisitos dispostos no M.A. 305, deverão ainda desenvolver um ATLS adequado ao seu tipo de operação (European Aviation Safety Agency, 2017).

O *Aircraft Technical Log System* do operador pode variar de um simples documento em formato de papel ou de uma plataforma digital, ou uma combinação das duas. Porém, um conjunto mínimo de informações têm que de ser captadas pelo *Aircraft Technical Log System*. Contudo, no contexto de operação da companhia aérea, o operador pode sentir necessidade de captar mais informação. O *Aircraft Technical Log System* pode variar de um documento de secção simples até um sistema complexo contendo muitas secções, mas em todos os casos

deve incluir as informações especificadas na tabela abaixo, um exemplo de um *Aircraft Technical Log System* composto por 5 secções:

Secção	Entradas
Secção 1	1 <i>Registered name.</i>
	2 <i>Address of the operator</i>
	3 <i>Airplane Type</i>
	4 <i>Complete international registration marks of the airplane</i>
Secção 2 <sup>17</sup>	1 <i>Details of when the next scheduled maintenance is due, including, if relevant any out of phase component changes due before the next maintenance check.</i>
	2 <i>This section should contain the current certificate of release to service (CRS), for the complete aircraft, issued normally at the end of the last maintenance check.</i>
Secção 3	1 <i>The aeroplane Type.</i>
	2 <i>Registration mark.</i>
	3 <i>Place of Take-off.</i>
	4 <i>Place of Landing.</i>
	5 <i>Date of Landing and Take-off.</i>
	6 <i>The running total of flying hours, such that the hours to the next schedule maintenance can be determined.</i> <sup>17 18</sup>
	7 <i>Details of any failure, defect or malfunction to the aircraft affecting airworthiness or safe operation of the aircraft.</i> <sup>19</sup>
	8 <i>The quantity of fuel uplifted.</i>
	9 <i>The quantity of oil uplifted.</i>
	10 <i>Quantity of fuel available in each tank, or combination of tanks at the beginning of each flight.</i>
	11 <i>Quantity of fuel available in each tank or combination of tanks at the end of each flight.</i>
	12 <i>The Time of ground de-icing, de-icing mixture ratio and de-icing fluid Tipo.</i>
	13 <i>The Pre-flight inspection signature.</i>
	14 <i>The time spent in particular engine power ranges where use of such engine power affects the life of the engine or engine module</i>
	15 <i>The number of landings where landings affect the life of an aircraft or aircraft component.</i>
Secção 4	1 <i>This section should contain details of all deferred defects that affect or may affect the safe operation of the aeroplane and shall therefore be known to the aeroplane commander.</i>
	2 <i>A cross reference for each deferred defect such that the original defect can be</i>

<sup>17</sup> A tripulação de voo não necessita de receber estes dados se a próxima manutenção programada for controlada por outros meios aceitáveis pela autoridade aeronáutica competente.

<sup>18</sup> Os defeitos ou avarias na cabine ou na *galley* que afetem o safety da operação da aeronave, ou que comprometam a segurança dos seus passageiros devem ser conhecidos à priori pelo comandante da aeronave. Deverá ser previsto que o comandante faça o reporte dessas entradas e das suas respetivas datas de ocorrência. Contudo, deve existir um campo para o caso de ficar registado que nenhum defeito foi encontrado

<sup>19</sup>Deverá estar também previsto um CRS, após a retificação de um defeito ou de qualquer defeito deferido que necessite uma manutenção efetuada. Tal certificado que aparece em cada pagina desta secção deve identificar o defeito e relaciona-lo com a respetiva ação corretiva de manutenção apropriada.

		<i>identified in the particular section 3 record page.</i>
	3	<i>The original date of occurrence of the defect deferred.</i>
	4	<i>Brief Details of the defect.</i>
	5	<i>Details of the eventual rectification carried out and its CRS or a clear cross-reference back to the document that contains details of the eventual rectification.</i>
<b>Secção 5</b>	1	<i>This section should contain any necessary maintenance support information that the aircraft commander needs to know.</i>

**Tabela 4:** Entradas de um Aircraft Technical Log System. (European Aviation Safety Agency, 2017)

#### **4.4.1.3 M.A. 307 - Transfer of Aircraft Continuing Airworthiness Records<sup>20</sup>**

O proprietário de uma aeronave ao deixar de ser responsável pela gestão da aeronavegabilidade da mesma, devido à transferência permanente da aeronave para um novo proprietário ou ao estabelecimento de um contrato com uma nova CAMO, deverá assegurar que os registos de aeronavegabilidade continuada são devidamente transferidos para o novo proprietário ou para um CAMO contratado (European Aviation Safety Agency, 2017).

O novo proprietário ou o CAMO contratado, deverá continuar a cumprir os requisitos relativos aos períodos de conservação dos registos.

### **4.5 Registo das Anomalias das Aeronaves**

O processo pelo qual um defeito é identificado e relatado é determinante para averiguar qual a ação que vai ser necessária para o corrigir. Segundo o regulamento M.A. 301, legislação *Commission Regulation (EU) No 1149/2011 of 21 October 2011 and Decision No 2011/0111/R de 28 of November 2011*, nenhuma aeronave poderá voar a menos que todos os sistemas e equipamentos previstos na aplicável regulamentação da aeronavegabilidade estejam a funcionar corretamente, ou devidamente diferidos tendo por base a *Minimum Equipment List*. Sempre que um defeito é detetado numa aeronave, e este comprometer seriamente a segurança do voo, deve-se, portanto, decidir quando e que medidas corretivas devem ser tomadas antes de um novo voo.

Tal como já enunciado, a *Minimum Equipment List* é unicamente utilizada durante a preparação do voo de forma a auxiliar na decisão de quando uma aeronave tem uma avaria

<sup>20</sup> *Transfer of Aircraft Continuing Airworthiness Records* - Transferência de registos de aeronavegabilidade continuada de aeronaves.

servindo desta forma no auxílio da decisão “go” ou “no-go”. Isto é, se o defeito ou avaria encontrada compromete a aeronavegabilidade da aeronave, comprometendo esta a voar ou não. Se o item ou equipamento nela estiver listado, a tripulação de voo deve tomar as ações e procedimentos apropriados descritas na MEL (AIRBUS, 2016).

Os operadores são responsáveis pelo controlo operacional necessário de forma a garantir que um nível de segurança aceitável é mantido. Para tal todos os defeitos ou anomalias encontradas são registadas no ATLS. O processo de registo dos defeitos ou avarias técnicas e as ações de manutenção no *Aircraft Technical Log* é parte da rotina diária de uma aeronave, embora o formato e conteúdo varia de entre operadores aéreos em o seu objetivo é fundamentalmente o mesmo.

Quando um defeito ou anomalia é identificado numa aeronave, é feita uma avaliação para determinar se será necessário corrigir a anomalia em questão ou se a aeronave está capacitada para continuar com uma retificação pendente. A tripulação de voo utiliza então o *Aircraft Technical Log* para fazer o relatório de qualquer falha e/ou eventos anormais que tiveram efeito no cockpit ou na cabine. (AIRBUS, 2016) De acordo com a regulamentação *EASA Air Operations* é o comandante o responsável por assegurar que todos os defeitos técnicos conhecidos ou suspeitos e todas as excedências de limitações técnicas que ocorreram era responsável pelo voo, foram registadas no *Aircraft Technical Log*.

O *Aircraft Technical Log* é a fonte primária dos dados técnicos de cada voo que ocorrem numa aeronave. Cada piloto mantém este registo diário da aeronave em que a cada evento ou ação anómala que ocorra em voo seja registada. Estes defeitos podem variar desde um mau funcionamento de um sistema, como a falha de uma bomba de combustível até a uma lâmpada fundida, mas de qualquer forma estas anomalias têm que ser devidamente registadas no *Aircraft Technical Log*, pelo piloto comandante da aeronave (PIC).

# Capítulo 5. *Electronic Logbook* - novo processo para o registo de anomalias

## 5.1 Problemática atual do ATLS

Durante décadas, pilotos e tripulação de cabine reportaram os problemas técnicos das aeronaves em cadernetas de voo em formato de papel, que eram posteriormente recebidas pelo pessoal de terra da companhia quando a aeronave estava estacionada, na porta de embarque. De seguida, os engenheiros e os técnicos de manutenção verificavam as cadernetas de voo e corrigiam/consertavam as respetivas avarias. A entrada de dados nestas cadernetas de voo foi sempre manual potenciando mal-entendidos e padrões diferentes para descrever problemas/avarias (Air France Industries, 2016).

Além disso, com o recente encurtamento dos tempos de *turnaround*, o processo atual prejudica a habilidade de resolução de possíveis problemas técnicos atempadamente, uma vez que não é possível fazer preparações antes do tempo, analisar o problema e fazer o pedido de peças para reparar ou substituir itens defeituosos.

A importância do ATLS não deve ser subestimada. As cadernetas que compõem *Aircraft Technical Log System* são essencialmente a espinha dorsal de uma companhia aérea. Os dados inseridos nestas cadernetas permitem que informações essenciais sejam distribuídas pelos departamentos da companhia aérea e a rápida compreensão destes dados permite à companhia reagir e tomar decisões. Porém a recolha de dados destas cadernetas em formato de papel é geralmente aceite como “lenta” e por vezes ineficazes para a tomada de decisões. Por vezes, estes dados são simplesmente considerados dados de arquivo que são eventualmente inseridos no programa de *Maintenance Tracking Software Application*, o que pode não acontecer após o voo ter ocorrido.

Como consequência, as companhias aéreas utilizam outros meios alternativos de modo a permitirem que os dados essenciais de voo e técnicos sejam recolhidos e trabalhados. Quando é preciso tomar decisões em tempo real, de manutenção de linha ou relacionadas com a operação, as companhias aéreas utilizam muitas vezes o telefone e/ou o email.

Quando as aeronaves se encontram longe da sua base de operação, as companhias aéreas são obrigadas a confiar em páginas do *Aircraft Technical Log*, que refletem o estado da aeronave, e que são posteriormente enviadas por fax ou digitalizadas, de volta para a base de operação da companhia. Isto torna difícil de garantir a entrega oportuna e precisa dos dados técnicos das aeronaves. Conseguir superar este grande constrangimento e com isso melhorar o

desempenho operacional de uma companhia aérea usando um *Electronic Logbook* é razão mais que suficiente que justifique a adoção desta nova tecnologia.

## 5.2 Processo de report de uma anomalia

Referido já no anterior capítulo, qualquer acontecimento anómalo que ocorra sobre os sistemas e componentes da aeronave é documentado no *Aircraft Technical Log*, e em seguida é passada manualmente para departamentos especializados da companhia, para permitir que desta forma, a atenção dos mecânicos esteja focada nestas falhas ou ocorrências incomuns que ocorram durante o voo sejam retificadas ou reparadas (Lufthansa Technik, 2016). Desta forma, a seguir é explicado como se desenrola este processo.

Neste contexto, podemos dividir o processo de reporte de uma falha ou anomalia em 6 passos, logicamente este processo é dependente de procedimentos internos que variam de operador, contudo, convergem quase sempre nos passos a seguir mencionados (Aviation Integrated Management Solutions Consulting., 2013):



Figura 14: Fases de reporte de uma anomalia.

- ***Discrepancy found***: a tripulação dá conta de uma falha, ou de um sistema inoperativo.
- ***Discrepancy Submittal process***: a tripulação de voo, normalmente o comandante da aeronave, escreve a respetiva descrição da falha no *Aircraft Technical Log*.
- ***Is the Discrepancy MEL-able or not?***: Na consulta da MEL a tripulação concluirá se o item inoperativo poderá ser diferido ou não.
- ***Troubleshooting***: a equipa de manutenção em paralelo com o centro de controlo de manutenção (CCM), tenta solucionar o problema. Durante este processo, é decidido adiar a retificação do item, ficando assim a retificação pendente para uma futura ocasião, caso o item ou sistema inoperativo esteja inserido na MEL e se possa prosseguir com o adiamento da sua retificação. Por outro lado, pode-se prosseguir com a retificação do item inoperativo e assim solucionar o problema. No caso da possibilidade de adiamento da retificação do item, a opção de retificação ou adiamento do item pode ser decidida pelo centro de operações ou pela manutenção de linha, quer por não haver tempo suficiente antes do próximo voo, quer pela necessidade de uma peça que não se encontra em *stock*, ou simplesmente o

aeroporto onde a aeronave se encontra parqueada não ter nenhum *Service Center* ao dispor.

- **Deferment of fault:** normalmente quando é decidido fazer-se o deferimento da retificação da falha, deve ser preenchido uma secção no *Aircraft Technical Log*, onde se coloca a informação relativo ao Item da MEL (*ATA Chapter*, Intervalo de Retificação, e o respetivo intervalo de retificação (*CAT A, CAT B, CAT C e CAT D*)). É também feita a comunicação ao CCM da companhia aérea da falha em questão, para que esta seja posteriormente aberta no software de apoio à manutenção, para que esta seja acompanhada e rastreada. Caso o item inoperativo não seja deferível, o comandante de voo deve preencher a secção do ATL correspondente à *Discrepancy Description*, ficando assim a *fault* em “aberto”, e a aeronave numa condição de AOG<sup>21</sup> até que este problema seja retificado.
- **Placarding:** cada instrumento ou equipamento inoperativo deve ser sinalizado para informar e lembrar os membros da tripulação e pessoal da manutenção da condição do item.

### 5.2.1 Registo das Anomalias no *Aircraft Technical Log*

Como já afirmado, o *Aircraft Technical Log* é a fonte primária dos dados técnicos de cada voo que ocorrem numa aeronave. Cada piloto mantém este registo diário da aeronave em que a cada evento ou ação anómala que ocorra em voo seja registada. Estes defeitos podem variar desde um mau funcionamento de um sistema, como a falha de uma bomba de combustível até a uma lâmpada fundida, mas de qualquer forma estas anomalias têm que ser devidamente registadas no *Aircraft Technical Log*, pelo PIC.

Qualquer discrepância inserida nesta caderneta deve ser contrabalançada com uma retificação ou com um diferimento de acordo com a aplicável MEL.

Normalmente, um *Aircraft Technical Log* é dividido em 3 secções:

- **Discrepancy** - Nesta secção é feita a descrição do defeito e/ou avaria encontrada.
- **Deferral** - Esta secção é exclusivamente reservada para casos em que o item em questão descrito na secção *Discrepancy* é deferível com base na MEL. Caso o item descrito na secção *Discrepancy* não constar na MEL, ou seja, não seja deferível esta secção é deixada em branco.
- **Corrective Action** - Esta secção é reservada para uma descrição do troubleshooting que foi realizado pelo pessoal de manutenção certificado

---

<sup>21</sup> AOG - Aircraft On Ground

associado a uma Part-145. O pessoal envolvido na retificação da avaria é posteriormente identificado no campo 20 e 21, e a respetiva organização de manutenção no campo 22.

Aircraft Technical Log		Operator's Adress	
A/C Type	1	Station	3
A/C Registration	2	Date (DD-Mmm-YYYY)	4
Aircraft Flight/Journey Log Ref. /Sector		5	
Section 1 - Discrepancy	Defect Description  6		
	Discovery by	<input type="checkbox"/> Flight Crew 7 <input type="checkbox"/> Technician	Name: 8
Section 2 - Deferral	System & Sequence Number	9	Deferred By <input type="checkbox"/> Flight Crew 12 <input type="checkbox"/> Technician
	Category (CAT)	10	Name 13
	Due by Date	11	Procedures: 14 <input type="checkbox"/> (M) <input type="checkbox"/> (O) <input type="checkbox"/> (O)(M)
Section 3 - Corrective Action	15		
	P/N OFF	16	Name 20
	S/N OFF	17	Signature 21
	P/N ON	18	EASA Part-145 Approval # 22
	S/N ON	19	Date (DD-Mmm-YYYY) 23
Certifies that the work specified except as otherwise specified was carried out in accordance with Part.145.A.50 and in respect to that work the AIRCRAFT/AIRCRAFT COMPONENT is considered ready for release to service.			

Figura 15: Exemplo de um ATL.

Legenda:

Location	1	A/C Type	Código correspondente da aeronave.
	2	A/C Registration	Matricula da aeronave.
	3	Station	Código ICAO 4 Letter do aeroporto.
	4	Date	Autoexplicativo.
	5	Aircraft Flight/Journey Log Ref. /Sector	Referência ao <i>Aircraft Flight/Journey Log</i> (serve para registar em que voo foi encontrada a anomalia).
Discrepancy	6	Defect Description	Descrição da anomalia.
	7	Discovery by	Autoexplicativo.
	8	Name	Autoexplicativo.
Deferral	9	System & Sequence Number	<i>Chapter e sub-chapter</i> da MEL do item descrito na descrição da anomalia, que permite o seu deferimento.
	10	CAT	Intervalo de Retificação.
	11	Due by Date	Data, ciclos, e/ou tempo de vencimento do intervalo de retificação calculado de acordo com o intervalo de retificação.
	12	Deferred by	Autoexplicativo
	13	Name	Autoexplicativo
	14	Procedures	Procedimentos MEL, caso seja aplicável.
	Corrective Action	15	Corrective Action
16		P/N OFF	<i>Part Number</i> da peça removida.
17		S/N OFF	<i>Serial Number</i> da peça removida.
18		P/N ON	<i>Part Number</i> da peça instalada.
19		S/N ON	<i>Serial Number</i> da peça instalada.
20		Name	Autoexplicativo.
21		Signature	Autoexplicativo.
22		EASA Part-145 Approval #	Referencia de aprovação Part 145 da organização de manutenção.
23		Date	Autoexplicativo.

### 5.3. Ciclo de vida de um *Aircraft Technical Log*

De modo a realizar uma análise de um *Aircraft Technical Log*, em formato de papel, torna-se essencial definir as fases de vida de um ATL, para desta forma podermos comparar com outros cenários, e pondo também alguns constrangimentos a descoberto.

O ciclo de vida para um ATL genérico compreende as seguintes 5 etapas, que serão esmiuçadas a seguir.

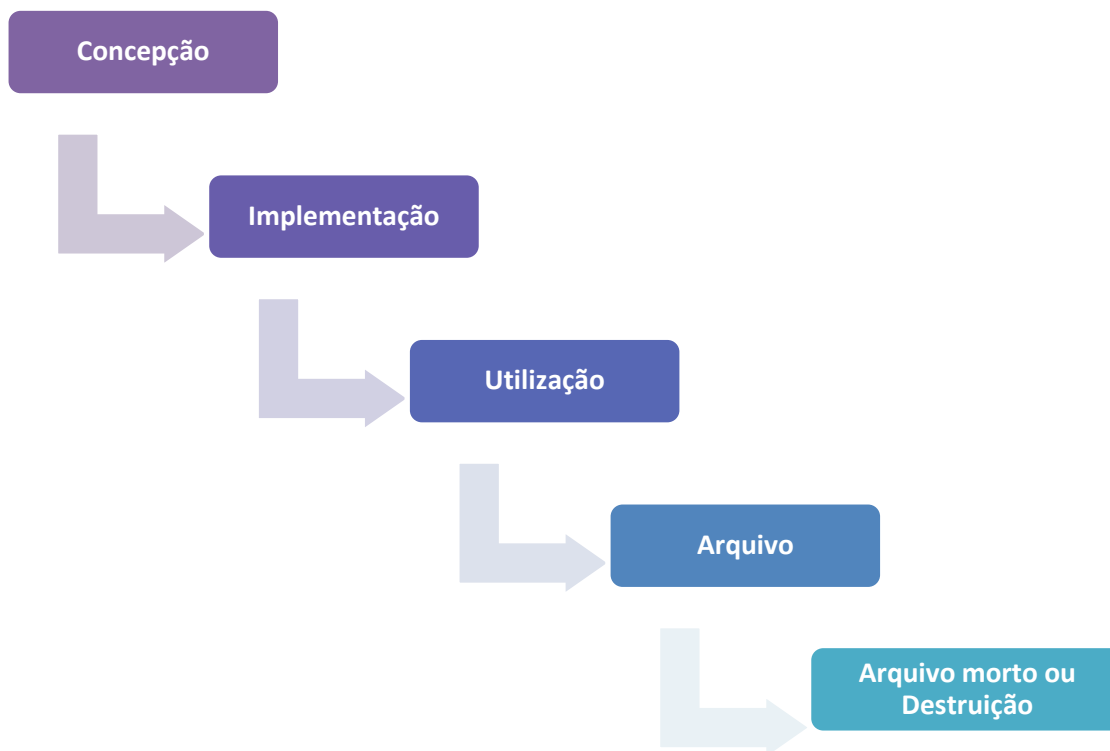


Figura 16: Ciclo de Vida de um ATL.

### 5.3.1- 1ª Etapa - Concepção

O *Aircraft Technical Log* com todas as suas funções e todo o seu *workflow* é um requisito da EASA, Part-M M.A- 306, para que uma aeronave opere legalmente. Seja o *Aircraft Technical Log* em formato de papel ou digital, é da responsabilidade do operador aéreo conceber um ATL que cumpra com os requisitos da EASA e que permita uma captura de dados técnicos eficiente. O *Aircraft Technical Log* como já foi referido anteriormente encontra-se inserido no *Aircraft Technical Log System*, sendo depois a divisão deste critério do operador aéreo.

O operador aéreo é o responsável por assegurar que o ATL esteja bem preenchido de acordo com os seus procedimentos. Normalmente, um ATL é projetado internamente, sendo este sempre projetado num determinado contexto de operação. O formato e conteúdo do *Aircraft Technical Log* é de extrema importância, contudo o foco da Autoridade Nacional Aeronáutica é processual, é o procedimento em si que é certificado pela autoridade e quaisquer alterações devem estar acordadas com eles.

### 5.3.2 - 2ª Etapa - Implementação

Uma vez que o ATL é aprovado pela autoridade aeronáutica nacional, o operador aéreo deve providenciar um número necessário de cópias para a(s) frota(s) e garantir um controlo de stocks para que não haja situações de falta de livros abordo das aeronaves.

As folhas que compõem o ATL refletem um layout comum, e tem um número único impresso em cada página para garantir que não haja lacunas nos registos. Por outro lado, é da exigência da EASA que exista pelo menos um livro ou conjunto de formulário bordo de uma aeronave antes de cada voo (European Aviation Safety Agency, 2016).

### 5.3.3 - 3ª Etapa - Utilização

O *Aircraft Technical Log* permanece sempre com a aeronave, para que a tripulação de voo e engenheiros e demais técnicos possam ter acesso. Durante o tempo de presença da aeronave, em que esta se encontra parqueada na porta de embarque, os pilotos usam o ATL para registar quaisquer defeitos e ações associadas, juntamente com qualquer *Out of Phase-task*<sup>22</sup> (OOPT) realizada.

Todas as ações realizadas na aeronave durante este tempo de rotação devem ficar registadas e assinadas de alguma forma no ATL. E se alguma atividade de engenharia for necessária, deverá existir sempre a publicação de um CRS. Por outro lado, o ATL serve também para que os pilotos avaliem o status técnico da aeronave, analisando todos os defeitos/falhas diferidas, antes de cada voo. Pois associadas a essas falhas diferidas muitas vezes podem existir restrições de operação. Os pilotos também registam os detalhes de quaisquer defeitos que surjam durante o voo, o que pode incluir defeitos de cabine identificados pela tripulação de cabine, bem como defeitos observados a partir do cockpit. O comandante da aeronave é o responsável por toda a documentação nas cadernetas de voo.

### 5.3.4 - 4ª Etapa- Arquivo

Segundo o artigo M.A. 306(c) presente no regulamento EASA Commission Regulation (EU) No 1149/2011 of 21 October 2011 and Decision No 2011/011/R of 28 November 2011, é exigido ao operador que os ATLs originais em formato de papel sejam mantidos durante 36 meses. O operador deve para tal armazenar os ATLs num ambiente à prova de fogo, inundação e ser inviolável.

---

<sup>22</sup> *Out of Phase task (OOPT)*- são tarefas não programadas, tais como, verificar níveis de óleos.

### 5.5.5 - 5ª Etapa - Arquivo Morto ou destruição

Após o período determinado pelo M.A. 306, 36 meses, os registos podem ser retirados ou destruídos.

## 5.4 Análise comparativa de tarefas a considerar nas diferentes fases do ciclo de vida de um ATL

A tabela a seguir contém uma visão comparativa de tarefas associadas aos diferentes cenários formato papel e digital para as fases que foram anteriormente descritas.

Fases	Papel	Digital
	Aspetos a considerar	
Conceção	Projeto de concepção de um sistema em formato de papel e respetivos procedimentos. Processo de aprovação na Autoridade Aeronáutica.	Projeto de concepção do novo sistema Eletrónico. Processo de aprovação na Autoridade Aeronáutica.
Implementação	Impressão, armazenamento, distribuição e controlo das respetivas cadernetas de voo.	Aquisição dos dispositivos eletrónicos; a integração destes com os sistemas/software de Manutenção e Operações. Treino do o staff para a utilização destes dispositivos eletrónicos, e para o novo processo que será implementado.
Utilização	Tempo requerido pelo piloto para o preenchimento dos dados relativos ao sector voado e a sua subsequente comunicação manual dos dados de voo completados de volta ao centro operacional da companhia. <i>Turnaround Time</i> requerido para o piloto e engenheiro no preenchimento e registo de possíveis defeitos encontrados e controlo de defeitos/avarias diferidas. Custo subsequente da comunicação manual, via fax e/ou digitalizações, para enviar, as varias copias das cadernetas de voo, de volta à base operacional da companhia aérea. Tempo para a atualização manual dos dados no Maintenance Tracking Software.	Tempo requerido para que os pilotos atualizem o dispositivo eletrónico. Tempo necessário para que os pilotos e engenheiros atualizem o dispositivo eletrónico com as mais diversas atividades de manutenção. Custos de Transmissão de dados (dados moveis, rede wireless e/ou <i>comunicação in board</i> ).
Arquivo	Custos logísticos para transporte e armazenamento dos registos em papel. Porém, na pratica, existe também existe um custo eletrónico associado para armazenar as cópias destes documentos em PDF para permitir um acesso mais eficiente.	Custos do servidor para fazer a armazenagem dos dados dos <i>Aircraft Technical Logs</i> .

---

Arquivo morto ou destruição	Custos logísticos pela destruição dos registos em papel.	Armazenamento a longo prazo para dos dados de ATL que geralmente neste suporte não são destruídos.
-----------------------------	--	--

---

## 5.5 *Electronic Logbook*

O processo de manutenção pode também beneficiar das potencialidades do *Electronic Flight Bag*, adotando uma solução como é o caso do *Electronic Logbook* ou simplesmente, e-Logbook, por vezes também denominado *Electronic Technical Log*. Porém no desenrolar deste capítulo irá ser adotado o termo *Electronic Logbook*.

De uma forma simplificada, um ELB é uma aplicação de software integrada no *Aircraft Technical Log System* que tem como principal objetivo substituir o tradicional registo em papel que é feito com o *Aircraft Technical Log* por um registo digital. Como uma aplicação digital, o *Electronic Logbook*, substitui cadernetas de voo em formato de papel o que melhorará a eficiência operacional e a fiabilidade destes documentos (Boeing, 2017).

O *Electronic Logbook* é um dispositivo eletrónico transportado a bordo da aeronave que é conectado a um software de manutenção, através de um link de banda larga, ou via ACARS<sup>23</sup> ou sobriamente através de uma rede wireless, que alimenta os dados para uma infraestrutura de manutenção. Esta conexão online é capaz de fazer o upload e fazer o download de grandes quantidades de dados, para que os detalhes dos problemas técnicos encontrados na aeronave possam ser transmitidos em tempo real para a companhia aérea.

Apesar de ser um mercado em rápido crescimento, o *Electronic Logbook* não tem sido amplamente adotado pelas companhias aéreas do mundo. Uma das principais razões têm sido por vezes o *Business Case* montado nem sempre é imediatamente obvio e talvez a redução de custos projetada não seja tão evidente como o *Electronic Flight Bag*. O *Electronic Logbook* tem impacto em muitos departamentos da companhia aérea e pode ser difícil o encontro de um consenso entre essas partes.

Aparentemente numa primeira perceção o *business case* para uma solução de um *Electronic Logbook* possa parecer fraca, isto acontece frequentemente, pois algumas vezes os diferentes departamentos da companhia aérea olham para esta solução isoladamente. Quando por sua vez, analisando esta solução numa perspetiva de unidade entre os vários departamentos e por sua vez os benefícios analisados, podemos afirmar que a solução encontrada nesta nova plataforma acrescentará, e abrirá um caminho no sucesso operacional da companhia aérea (Hood, Woods, & Cooper, 2016).

---

<sup>23</sup> ACARS - Aircraft Communications Addressing and Reporting System.

O *Electronic Logbook* é um fenômeno relativamente recente, nas operações das companhias aéreas, tendo só emergido em 2004, quando na altura a *Data Systems and Solutions (DS&S)*, agora denominada *Optimized Systems and Solutions (OSyS)*, principiou o seu desenvolvimento. É claro que, em 2004, os desenvolvimentos da tecnologia de informação estavam ainda numa fase muito embrionária. Porém, em 2005, *My Travel Airways*, agora parte do grupo da *Thomas Cook Group*, uma companhia de aviação charter inglesa, tornou-se na primeira companhia aérea a implementar um ELB usando comunicação GPRS (Deathridge, Electronic TechLog (ETL) - A well-managed improvement, 2014).

Posteriormente, a *Thomas Cook Airways*, com já vários anos de experiência operacional bem-sucedida com os *Electronic Flight Bags*, implementou o *Electronic Logbook*, impulsionada por requisitos de manutenção (Deathridge, Electronic TechLog (ETL) - A well-managed improvement, 2014). Quando começaram a explorar as opções de uma manutenção *paperless* o *Electronic Logbook* era a maior prioridade. Antes o *Electronic Logbook* estar implementado nesta companhia aérea, a precisão da gravação de dados e a taxa de atualização destes no sistema de manutenção era lenta e muitas vezes não transparente.

Atualmente, com a cada vez maior necessidade de manter acessíveis e detalhados os registos de todas as etapas e incidentes na vida de uma aeronave, qualquer coisa que possa contribuir positivamente para essa exigência será valorizada e, nesse contexto, a solução encontrada no *Electronic Logbook* está agora ao lado do *Electronic Flight Bag* como parte da arquitetura de sistemas integrados que é um moderno avião comercial.

## 5.6 Benefícios do *Electronic Logbook*

A fiabilidade da manutenção surge sempre associada à documentação a que lhe está intrínseca, abrangendo todas etapas, desde à descoberta da falha até ao seu *troubleshooting* (Lufthansa Technik, 2016).

O atual processo de manutenção nas aeronaves envolve a inspeção de um componente defeituoso no local e, em seguida, a transferência de dados necessários para um *Aircraft Technical Log*. Estes dados são posteriormente transferidos para um software de Tracking da Manutenção da respetiva companhia aérea. Sendo o papel neste processo é um elemento intermediário, muitas vezes retardador, na obtenção de dados preciosos para a operação de uma companhia aérea.

Uma vez que o *Electronic Logbook* esteja totalmente implementado, e esteja no seu uso diário, os benefícios tornaram-se óbvios e suficientes. Fazemos uma breve listagem de alguns:

- Disponibilidade de dados em tempo real;
- Menos tempo será gasto na transposição de dados;
- Erros nos dados inseridos serão reduzidos ou quase eliminados;
- Haverá a possibilidade de ser gasto mais tempo na análise de dados;
- Não haverá situações de perda de cadernetas de voo;
- Melhor visibilidade para o CCM sobre o *status* da aeronave.

Mesmo com os pressupostos mais pessimistas em relação aos benefícios desta nova plataforma digital, a substituição do formato de papel pelo digital resulta sempre num custo benéfico significativo. Isto não deve ser uma surpresa pois a maioria das outras indústrias substituiu os formulários de papel por dispositivos eletrónicos há muitos e é apenas a natureza conservadora e muito regulamentada da aviação que não trouxe esses benefícios ainda (Suhova, 2015).

### 5.6.1 Visibilidade em tempo real do estado da frota

Um dos principais benefícios trazido pelo *Electronic Logbook* é a capacidade de ver o *status* da frota *up-to-the-minute*. Isto significa que todos os dados recolhidos pelo ELB ficam logo disponíveis para os vários departamentos da companhia em tempo real, facilitando e tornando mais simples o controlo e planeamento das atividades de manutenção. Ter o acesso a estes dados é como ser capaz de abrir uma janela para o cockpit, a qualquer momento, em qualquer lugar do mundo.

O CCM poderá monitorizar os defeitos que se encontram abertos no sistema à espera de retificação bem como defeitos deferidos, *out-of phase tasks*, utilização de sistemas de degelo (*De-ice*), entre outros. A disponibilidade de ter esta disponível e atualizada em tempo real, torna significativamente mais simples para a equipa de manutenção de primeira linha pode ver todas as atividades e termino destas em tempo real.

### 5.6.2 Redução de Erros

Outra das grandes vantagens trazidos pelo ELB, e que é atualmente um dos grandes inconvenientes do tradicional *Aircraft Technical Log* são os campos, que por qualquer motivo, pressão da operação ou simplesmente por esquecimento são deixados em branco, e que refletem futuramente lacunas nos registos de aeronavegabilidade das aeronaves, podendo ser estes posteriormente retificados.

Os ATLS em suporte de papel consistem em notas que são manuscritas, a transição papel-digital garantirá que não haverá uma discussão sobre o que foi escrito nessas notas, e por outro lado os erros associados à transcrição dessas notas serão eliminados. Com o *Electronic Logbook* as informações são capturadas de forma legível, ou melhor ainda, podem ser usadas entradas de texto, já pré-definidas.

Um simples *Aircraft Technical Log* poderá conter cerca de 100 elementos de dados capturados em cada sector (logicamente que o numero de entrada de dados será diretamente proporcional à complexidade da aeronave e dos dados que a companhia aérea queira registrar). Uma companhia aérea típica voa normalmente 4 sectores por dia e assumindo 300 dias de voo por ano, significa que há cerca de 120.000 dados que têm que ser registados por aeronave por ano no ATL. Não é surpresa nenhuma que um formulário em papel, com a introdução de dados manuscritos introduz alguns erros na gravação de dados, coisas simples, como erros nos cálculos de tempos de voo, quantidades de combustível abastecido, entradas de dados que são esquecidas, são erros que fazem parte da rotina diária de um *Aircraft Technical Log*. Há, porém também outros problemas ocasionais como a perda de ATLS (Hood, Woods, & Cooper, 2016).

Com o surgimento do *Electronic Logbook* os erros no preenchimento deixarão de existir ou serão quase totalmente eliminados. Um ELB introduz a possibilidade de automatização de cálculos, aplicação de regras básicas de validação, entre outros. Estas vantagens asseguram que a recolha de dados seja mais precisa e limpa de equívocos.

### **5.6.3 Entrada de dados automatizada**

O *Electronic Logbook* tem o benefício, de que os dados que são transferidos automaticamente para os centros de controlo de operações e manutenção das companhias aéreas. Essas informações tornam-se numa fonte rica de dados operacionais para o planeamento de manutenção de linha.

Tradicionalmente, as páginas do *Aircraft Technical Log* eram enviadas com recurso a um fax ou muitas vezes digitalizadas, para aquando da sua receção serem inseridas no programa de Tracking de Manutenção. Esta entrega de dados tornava difícil a entrega oportuna e preciosa de dados técnicos. Com o uso desta nova plataforma, permitirá no futuro, à equipa que compõe o departamento de manutenção inserir os dados apenas uma vez, diretamente para o software de manutenção, eliminando o registo de papel que servia de intermediário para o efeito de registo no software de manutenção.

A eliminação da entrada de dados duplicada significa que os erros da transmissão e inconsistências de dados serão evitados. As ajudas no preenchimento de dados e subsequentemente a sua autocorreção irão permitir uma maior correção e fiabilidade dos dados inseridos.

#### **5.6.4 Diminuição do tempo de preenchimento do ATL**

Em parte, devido à automação e em parte porque um ELB deve ser simples e intuitivo de usar, o tempo necessário para rever, transcrever e atualizar um ELB será reduzido. Até certo ponto, depende da solução selecionada, mas há evidências em que algumas companhias aéreas que concluir um ELB leva menos tempo (Hood, Woods, & Cooper, 2016).

#### **5.6.5 Gestão da Manutenção simplificada**

A gestão da manutenção simplificada, surge como uma vantagem que no caso do tradicional processo de papel, a fonte de dados de linha não é oportuna o suficiente para ser útil, e o sistema subjacente não é projetado para as necessidades mais ágeis da manutenção de linha.

A análise a longo prazo dos dados que são inseridos nesta nova plataforma pode também revelar tendências que indicam quando e por que um defeito pode ocorrer.

O resultado da introdução de um *Electronic Logbook* centra-se na capacidade de planear atividades com base em dados precisos e oportunos.

#### **5.6.6 Redução de Custos**

O processo do *Aircraft Technical Log* em formato de papel não está livre de custos, as cadernetas de voo que são impressas bem como os formulários da companhia aérea, juntamente com numeração exclusiva, não são baratas. Também por outro lado, geralmente os custos associados à logística destes documentos, como por exemplo o envio de volta das páginas destas cadernetas, e a disponibilidade destas nas várias aeronaves, é algo também dispendioso. Com o ELB, custos associados à compra, armazenamento, manuseio e transporte do *Aircraft Technical Log* serão erradicados.

De qualquer das formas, um *Electronic Technical Log* não está livre de custos. É verdade que existem novos custos associados na execução desta nova plataforma, porém uma análise completa demonstra um benefício geral, quando os custos associados ao processo anterior são levados em conta, juntamente com as melhorias na eficiência e nos benefícios trazidos da visibilidade melhorada do *status* da frota ou aeronave, que possibilita

proactivamente a melhoria da gestão das atividades diárias de uma companhia aérea. (Hood, Woods, & Cooper, 2016)

Aparentemente numa primeira percepção o *business case* para uma solução de um *Electronic Logbook* pode parecer fraca, já que isto acontece frequentemente, pois algumas vezes os diferentes departamentos da companhia aérea olham para esta solução isoladamente. Quando por sua vez, analisando esta solução numa perspectiva de unidade entre os vários departamentos e por sua vez os benefícios analisados, podemos afirmar que a solução encontrada nesta nova plataforma acrescentará, e abrirá um caminho no sucesso operacional da companhia aérea (Hood, Woods, & Cooper, 2016).

### 5.6.8 Eficiência

Um *Electronic Logbook* elimina a entrada de dados manual, porém sendo este um significativo ganho de eficiência na entrada de dados, não pode ser considerado como único.

No tradicional processo de papel a entrada e atualização de dados nas páginas que compõem o *Aircraft Technical Log* é suportada muitas vezes com recurso a meios alternativos, via telefone e e-mail. Isto é puramente justificado pois os centros de controlo de manutenção (CCM) não têm visibilidade da atividade que é registada no ATL.

Uma vez que esta visibilidade é fornecida através do *Electronic Logbook*, o CCM poderá focalizar os seus esforços em outras problemáticas que surjam. Porém o engenheiro de manutenção de linha ou a tripulação de voo, continuará a estar em contacto via telefone com o CCM, mas neste caso para discutir algo em que precisa de suporte e não para relatar o que as atualizações e entradas que são feitas no ATL. Os engenheiros ou técnicos de manutenção de linha já não precisaram de enviar os ATL preenchidos de volta, após a conclusão dos trabalhos. Embora esta tarefa normalmente seja geralmente mantida para o final do dia, é um esforço extra.

Com o ELB, uma redução mensurável dos atrasos pode ser alcançada, resultando em rotações mais rápidas e do facto de que os dados em tempo real se tornam disponíveis para um planeamento de manutenção de linha mais eficaz (Suhova, 2015).

## 5.7 Novos desafios

O processo de conversão papel-digital introduz novos problemas e desafios e estas considerações devem fazer parte da avaliação da companhia aérea onde uma solução específica é um bom ajuste para a sua organização.

### 5.7.1 Novas tarefas de manutenção

A menos que as baterias do dispositivo eletrônico sejam carregadas com recuso a uma *dock station* localizada no cockpit, estes dispositivos devem ser regularmente carregados. Dependendo do hardware instalado, isso pode significar a troca de uma bateria ou uma remoção física dessa. Uma abordagem correta para uma companhia aérea dependerá da preferência, tipo de aeronave e até mesmo a visão da autoridade aeronáutica. Também poderá haver um requisito para trocar regularmente dispositivos de armazenamento, como cartões SD, dependendo dos procedimentos das companhias aéreas.

### 5.7.2 Lidar com uma falha tecnológica

Com o tradicional processo de papel há pouco que possa dar errado. Mas as tripulações estão sempre preparadas para tais eventualidades. Os dispositivos eletrônicos e a infraestrutura IT para enviar e receber dados criam mais alguns desafios:

- **Falha de Hardware** - o próprio dispositivo eletrônico pode falhar. Num ambiente hostil, como é o caso de uma placa de aeroporto não é propriamente um ambiente de escritório. Tal como o tradicional *Aircraft Technical Log* em formato de papel que eram utilizados dentro e fora da aeronave, os *Electronic Logbooks* precisam de ser manuseados de forma semelhante. Tal significa mais risco de queda, danos causados pela água, óleo, danos no ecrã, etc...
- **Perda de Hardware** - embora a aeronave seja um ambiente controlado, o risco de perda ou furto são reais.
- **Software Crash** - o software que faz a gravação dos dados inseridos nesta plataforma por vezes, pode ter um problema. O *Electronic Logbook* pode simplesmente não fazer a gravação de dados ou os dados já introduzidos estarem corrompidos.
- **Problemas na Transmissão de dados** - O *Electronic Logbook* depende sempre da disponibilidade de uma rede para enviar dados (por exemplo, através de uma rede Wireless; Dados moveis, comunicação via satélite, etc....), e estas por vezes podem não estar disponíveis num local específico, devido às mais variadas razões. A ausência é um problema frequente e que deve ser bem avaliado e estudo (Hood, Woods, & Cooper, 2016).

### 5.7.3 Gestão de identificações e autorizações

Embora existam várias companhias aéreas empenhadas na implementação desta nova tecnologia, até agora, nenhuma delas teve o benefício de uma solução interoperável na gestão de identificações.

Devido à falta de uma abordagem comum, estes projetos são muitas vezes inadequados para uso organizacional cruzado. O *Electronic Logbook* é um exemplo que tem sido visto em toda a indústria aeronáutica como uma função desejável, no entanto, a falta de um claro sistema de gestão de identidades e autorizações, no suporte a este aplicativo, tem atrasado o sucesso operacional desta aplicação (IATA Paperless Operations, 2015).

É sempre vantajoso, lembrar e perceber, o que o atual processo de papel existente faz, esse será sempre um bom ponto de partida.

A maioria dos processos suportados por papel exigiu sempre que os utilizadores assinassem varias secções do *Aircraft Technical Log* ou com uma assinatura manuscrita ou com recurso a um carimbo. Neste contexto, muitas assinaturas perdiam-se na legibilidade, e podiam ser facilmente copiadas. Também no caso do uso do carimbo, este, por si só, não determinante, pois qualquer um pode tê-lo como recurso para uma autenticação. É neste quadro, que o processo atual não é robusto o suficiente para o estabelecimento de uma identidade e autorização, mas este é o padrão que qualquer versão eletrónica precisa de alcançar ou exceder.

## **5.8 Considerações para a implementação de um *Electronic Logbook***

O hardware e o sistema operativo destas plataformas precisam de ser considerados em termos de compatibilidade, escalabilidade e facilidade de uso pelos pilotos e engenheiros e outros técnicos, que têm de lidar com eles.

As companhias aéreas precisam de escolher metas bem estruturadas e alcançáveis, antes de fazerem a escolha de software e hardware, de modo a abrirem um caminho que não os impeça de alcançar estes objetivos (Airline Operations, 2016).

O primeiro passo na implementação de um *Electronic Logbook* é logicamente a escolha de uma opção de substituição aceitável para o atual processo de papel. É fundamental encontrar uma solução que faça isso perfeitamente e que de alguma forma ofereça flexibilidade para o futuro, para quando solicitado, a adição de novas funcionalidades seja facilmente implementada. Isto não quer dizer que estas mudanças não possam ser introduzidas no início. No início deve existir uma convergência de ideias conscientes para o futuro processo, deve-se por isso considerar sempre como pano de fundo o processo tradicional pois será esse o ponto de partida.

Vale a pena notar que a também a equipa interna envolvida neste processo será determinante para o sucesso deste. A composição da equipa interna de projeto fará uma

enorme diferença para o sucesso da implementação. Uma boa direção para desenvolver ideias e definir e identificar metas e alvos a atingir nesta transição é fundamental. Um bom grupo de projeto trará foco e estabilidade direcional para todo o processo de transição.

### 5.8.1 Escolha de uma solução

O requisito fundamental na escolha de uma solução é que esta seja adequada para o seu propósito. É por isso que o foco no projeto é extremamente importante, pois nesta fase deve existir uma convergência de ideias, de boas ideias, não apenas para encontrar uma possível solução ótima, mas também para que esta seja bem aceita pela autoridade aeronáutica competente.

Como já destacado anteriormente, com esta nova plataforma nascem novos desafios, há algumas aéreas que são diferentes para um *Electronic Logbook*, e para tal devem ser consideradas na escolha de uma solução para este propósito. É de extrema importância saber e entender como é que esta nova solução lidará com estas novas situações.

Nesta fase existem questões que devem ser colocadas:

- Como é que as baterias do dispositivo de hardware (tablet, laptop, etc...) irão ser carregadas. Se através de troca de baterias, terá que existir nas estações de linha baterias disponíveis já carregadas.
- Em caso de falha de software, quais os procedimentos a serem tomados. Existe algum mecanismo de backup de dados ou de recuperação.
- Como é que a solução lida com a não capacidade na transmissão de dados. Embora as falhas de software e falhas de hardware possam ser raras, é quase garantido que em alguns locais para onde a aeronave voe seja impossível haver uma transmissão de dados (Hood, Woods, & Cooper, 2016).

Nem sempre é possível, mas idealmente uma plataforma eletrónica com um bom histórico comprovado deve ser procurada. Isso deve garantir que a solução tenha sido testada em situações no mundo real, significa também que o fornecedor de hardware e software tem em posse algum *Know-how* adquirido. É bem diferente ter já uma solução globalmente suportável num ambiente operacional do que uma solução que não tenha sido ainda testada.

Deve-se também notar que existem duas abordagens distintas para empregar o *Electronic Logbook*:

- ***Aircraft-Centric e Tail-Specific*** - esta abordagem envolve que o software esteja carregado num dispositivo eletrónico dedicado e que seja somente utilizado para essa finalidade. Com esta abordagem, os dispositivos eletrónicos que hospedam o software

são tratados da mesma forma como qualquer outro componente da aeronave, e são específicos para uma determinada aeronave com uma matrícula definida.

- *Pilot-Centric* - esta abordagem centra-se no piloto e como tal para o uso do eletrónico fica associado a cada piloto (Foster, 2017).

## 5.8.2 Envolvimento da Autoridade Nacional da Aviação Civil

O envolvimento da Autoridade aeronáutica competente é obvio, pois todos os procedimentos têm que ser aprovados, porém, o momento em que ocorre este envolvimento é o mais importante. Cada autoridade tem uma posição ligeiramente diferente sobre as soluções encontradas nas *Electronic Flight Bags*, nomeadamente nos *Electronic Logbooks*. A decisão sobre quando contactar a Autoridade Aeronáutica competente é da companhia aérea, no entanto, um envolvimento prévio não só acelerará como simplificará as discussões levando posteriormente à aceitação desta nova abordagem. Pois como, como já afirmado este é um novo processo para as companhias aéreas bem como para as Autoridades Aeronáuticas Nacionais.

## 5.8.3 Dual Running

Como parte da implementação, é provável que a Autoridade Aeronáutica solicite um *Dual Running*, neste processo. Isto significa que o operador terá de utilizar tanto o já existente processo, suportado pelo formato de papel, como o novo processo com a nova plataforma digital, por um período definido. O principal objetivo deste período de execução dupla é comparar os dados capturados através de ambos os mecanismos e demonstrar que o *Electronic Logbook* é o mais adequado para este fim (Deathridge, *Electronic TechLog (ETL) - A well-managed improvement*, 2014).

## 5.8.4 Ajustamentos nos procedimentos internos

Os procedimentos internos relacionados com este processo terão que ser alterados de forma a atenderem aos cenários de falha e ações de manutenção, como é o caso do carregamento de baterias. Com esta nova plataforma surgem novos desafios de manutenção. A companhia aérea terá que decidir como é que estes dispositivos serão manuseados e mantidos. As decisões de como o *Electronic Logbook* deve ser carregado e mantido devem ser consideradas.

As instruções dependerão claramente da solução escolhida. Seja qual for o novo sistema, arquitetura e componentes escolhidos, o novo sistema terá que operar dentro do contexto de operação da companhia e portanto a adaptação desta nova tecnologia impactará

nos processos e procedimentos da companhia aérea. Os processos e procedimentos atuais precisarão também de ser modificados para acomodar o novo sistema, e adicionalmente o novo sistema gerará informações e oportunidades não disponíveis anteriormente e que com algumas mudanças nos processos e procedimentos, pode agregar valor significativo à operação (Deathridge, Electronic TechLog (ETL) - A well-managed improvement, 2014).

A maioria dos procedimentos precisará só de uma mudança na sua redação, porém existirá a necessidade de criar novos procedimentos para cobrir o controlo e o desenvolvimento do sistema. Estes procedimentos terão de atender também a cenários de falha, e as soluções dependerão logicamente da solução de software/hardware escolhida (Hood, Woods, & Cooper, 2016). Adicionalmente, embora os requisitos regulamentares não mudem, a metodologia para apoiar e cumprir esses requisitos mudará com os novos métodos de recolha dos dados (Deathridge, Electronic TechLog (ETL) - A well-managed improvement, 2014).

Se a companhia aérea optar por carregar as baterias, nas estações, as tarefas de preparação devem ser bem elaboradas, como por exemplo a aquisição de bancos de carregamento de baterias, baterias extra encomendadas e instruções específicas para a tripulação de voo e engenheiros de linha sobre quando as baterias devem trocadas. Por outro lado, se o *Electronic Logbook* se o carregamento das baterias for efetuado na aeronave, com recurso a uma fonte de alimentação devidamente certificada, um conjunto similar deve ser acordado quando e como o *Electronic Logbook* deve ser colocado em carga.

### 5.8.5 Treino

O grau de treino requerido dependerá da companhia aérea e também por um lado da solução escolhida. No entanto, o *Electronic Logbook* deve ser relativamente intuitivo de usar. A solução não deverá numa primeira fase, o procedimento já existente, a menos que a companhia aérea tenha optado por alterá-lo, pois o ELB surge primeiramente como uma substituição de um processo. O *Electronic Logbook* deve se sentir familiar para a tripulação.

# Capítulo 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

## 6.1 Conclusões

A indústria aeronáutica está cada vez mais consciente na mudança de um paradigma. As companhias aéreas em paralelo com os recentes avanços tecnológicos têm unido esforços no sentido de se tornar mais independentes do formato de papel, com vista alcançar sucesso operacional tão desejado para desta forma ficarem mais competitivas.

O *Electronic Logbook* insere-se numa perspetiva de independência do formato de papel, porém, a mais valia desta nova plataforma é introdução de uma visão em alcançar uma melhoria de processo que anteriormente estava suportado pelo formato de papel, o e que era muitas vezes limitativo e retardador para o sucesso de operacional de uma companhia aérea.

O desejado sucesso operacional e a independência do formato de papel tem sido também um pouco limitada pelas principais autoridades de segurança aérea mundiais. Sendo o *Electronic Logbook*, um dispositivo eletrónico altamente sofisticado e uma nova tecnologia que fará parte da rotina diária da aeronave, as autoridades de segurança aérea olham para esta nova tecnologia com atenção, pois é, com esta nova plataforma que se abre um caminho para o desconhecido. Com a introdução desta nova tecnologia novos desafios serão criados, e para tal terão que ser estudados e considerados. Como, exemplo, podemos dar, a introdução de baterias no cockpit poderá trazer novos riscos para a segurança de voo, bem como a introdução dos dispositivos eletrónicos, no cockpit, que servirão como *host* para as aplicações de software, como são exemplo, os tablets, e se não forem bem implementados poderão criar situações indesejadas, que poderão aumentar a carga de trabalho do piloto em algumas situações.

É de extrema importância compreender e julgar antecipadamente se os níveis de carga de trabalho são aceitáveis, nesta nova plataforma. Pode haver diferenças tanto na carga de trabalho física quanto na carga mental.

Embora os *Electronic Logbooks* possam parecer um equipamento familiar, estes são equipamentos novos no contexto do *flight deck*. É por isso desejável que com a introdução desta nova tecnologia, sejam medidos todos os riscos que esta plataforma apresenta, e que de certa forma a regulamentação que seja criada para estas novas plataformas digitais esteja sempre a par dos recentes avanços tecnológicos, para desta forma a introdução de tecnologia no cockpit não ficar limitada pela regulamentação e também mais importante ainda que não haja nenhuma lacuna que comprometa a segurança operacional das aeronaves.

A implementação desta nova tecnologia, deve ser bem trabalhada, considerada e justificada. Os atuais projetistas desta tecnologia mostram um inumerável número de vantagens, porém, o alcance destas só depende do que a companhia aérea queira alcançar. A implementação desta tecnologia depende também da escalabilidade com que ela é implementada, de forma a ter vantagens significativas para a operação diária de aeronaves, bem como para tão desejada diminuição de despesas de que esta apresenta. Esta premissa, justifica por um lado um que não seja totalmente benéfico a adoção desta tecnologia por um operador com um número reduzido de aeronaves. O que está em debate é naturalmente, as economias de custos que possam surgir e que estão dependentes de diversos fatores específicos intrínsecos a uma companhia de linha aérea ou de um operador de táxi aéreo. Como exemplo, um atraso de manutenção isolado para uma grande companhia aérea com uma frota entre 500 a 600 aeronaves têm muito menos impacto do que seria para uma companhia muito menor. Outra questão é se a utilização da frota de aeronaves da companhia aérea em questão tem ou não muita rotatividade, se for o caso, a adoção desta tecnologia irá sem dúvida trazer benefícios

Este trabalho permitiu avaliar a regulamentação toda associada ao registo de anomalias das aeronaves. É requerido a cada operador de transporte aéreo comercial, desenvolver um sistema de registo defeitos e avarias durante a operação das aeronaves e também para o registo de toda a manutenção levada a cabo nas aeronaves. Este sistema é denominado por *Aircraft Technical Log System*, e é onde a informação requerida de ser registada pelo *Electronic Logbook* surge. Sendo um *Electronic Logbook*, uma plataforma do Tipo B, integrada nos *Electronic Flight Bags*, desta forma para a sua implementação e avaliação deve respeitar o que vêm enunciado no atual EASA AMC 20-25 intitulado “*Airworthiness and operational consideration for Electronic Flight Bags (EFBs)*”.

No que respeita ao benefício nas despesas na adoção desta nova plataforma, numa primeira análise, utilização destes novos dispositivos eletrónicos irá excluir os seguintes custos:

- Custos do envio manual das cadernetas de voo de volta à base da companhia, que era antes efetuada, com o envio das cadernetas de voo, via transportadores.
- Custos logísticos associados ao transporte, armazenamento e destruição dos registos em papel.

Estes são os principais custos que podemos afirmar numa primeira abordagem, pois são os que estão intrínsecos ao processo associado ao formato de papel. Porém, com este trabalho permitiu verificar que a introdução do *Electronic Logbook* trará muitos benefícios ao nível da eficiência operacional da companhia aérea, pois os dados inseridos nestas novas plataformas ficam logo disponíveis para que os departamentos da companhia os possam trabalhar. Também se pode constatar que este novo processo vai trazer mais oportunidade, pois os

dados que eram anteriormente registados em cadernetas de voo não eram necessariamente oportunos para os centros de controlo de manutenção.

Uma questão que ficou por abordar foi o registo tardio de anomalias das aeronaves nas cadernetas de voo. Porém, devido à escassez de dados não foi possível abordar esta problemática neste trabalho. Isto pode ser uma realidade em muitas companhias e poderá acrescentar uma lacuna na segurança operacional das aeronaves bem como no tráfego aéreo.

Outra grande melhoria que esta nova plataforma apresenta para uma companhia é a existência de uma comunicação de dados em tempo real. Associados a este registo digital, as entradas inseridas pela tripulação de voo nestas novas plataformas eletrónicas, assegurarão que a recolha de dados seja mais precisa e limpa de equívocos. Um dos maiores, inconvenientes que é afirmado ao longo deste trabalho é o facto do registo manuscrito de anomalias nestas cadernetas de voo, ser muitas vezes ilegível o que poderá levar a uma má interpretação dos defeitos e avarias nas aeronaves. Esta limitação poderá levar, a uma má avaliação do defeito ou avaria ou até à retificação, ou até à não descoberta da falha.

Estas tecnologias têm sido introduzidas numa filosofia de melhoria de processo. Qualquer solução eletrónica que seja escolhida, precisa de alcançar ou exceder a robustez do anterior processo. O *Electronic Logbook* não só alterará um processo que era anteriormente marcado pela sua ineficiência, mas poderá explorar novas soluções. É graças a muitas lições aprendidas pelos pioneiros da indústria aeronáutica, e a novos caminhos escolhidos no rumo a um sucesso operacional nunca omitindo a questão da segurança operacional que tudo hoje é mais facilitado no ramo aeronáutico.

## 6.2 Trabalhos Futuros

À medida que a adoção do *Electronic Logbook* ganha força, veremos possivelmente uma mudança em direção a mais soluções de transmissão de dados, os avanços da conectividade apresentam-se como um catalisador para o sucesso destas novas plataformas digitais.

O *Electronic Logbook* poderá transformar-se numa solução mais avançada que combinará dados de uma quantidade inumerável de sensores presentes na aeronave. Tal cenário pode permitir no futuro, um nível de monitorização em tempo real entre os sistemas da aeronave e o centro de operações e manutenção do operador, que anteriormente estavam isolados, e que permitirá que certas entradas nas cadernetas de voo, nomeadamente no Aircraft Technical Log sejam concluídas automaticamente, sem qualquer contribuição do piloto, exceto a sua aprovação. Isto reduzirá, a carga de trabalho do piloto, e asseguraria uma entrada de dados mais precisa.

Com os mais recentes avanços da conectividade, no futuro a existência de uma conectividade “nariz-cauda” presente em todas as fases de voo, trará altos benefícios quer para os departamentos de manutenção quer para os departamentos de operações, pois permitirá uma partilha de dados rica entre a aeronave e o centro de operações da companhia aérea. Este conceito de aeronave conectada abrirá portas para a integração da manutenção preditiva, através desta partilha rica de dados entre a aeronave e os vários departamentos de uma companhia aérea, dando oportunidade aos operadores aéreos de estudar tendências de falhas.

Outra questão que deve ser tomada em conta a favor de uma operação de aeronaves paperless é a gestão de identificações e autorizações. O *Electronic Logbook* é um exemplo que tem sido visto por toda a indústria aeronáutica como uma função desejável. Porém, a falta de um claro sistema comum de gestão de identidades e autorizações, no suporte a este aplicativo têm-se tornando clara e retardadora no sucesso operacional que esta aplicação proporcionará. Isto deve-se em parte uma carência de uma abordagem comum. Sendo estes projetos personalizados e cruzados com diferentes ambientes organizacionais, a total transição papel-digital torna-se difícil de alcançar. Deve por isso existir um caminho comum na indústria aeronáutica no que respeita a esta transição. De facto, muitos operadores aéreos têm reduzido ou até praticamente eliminado o formato de papel dos cockpits, porém deverá ser criado um ambiente totalmente digital. Existe atualmente uma falta na abordagem da gestão das identidades e autorizações neste contexto digital. Existe então a necessidade de se repensar numa solução não só para os operadores aéreos, mas também para toda a indústria aeronáutica.

# Bibliografia

- Flight Safety Foundation Editorial Staff . (Junho de 2005). 'Paperless Cockpit' - Promises Advances in Safety, Efficiency. *Flight Safety Digest*, 24(6), 56.
- (AA), A. A. (2013). Press Release - AMERICAN AIRLINES CONCLUI A IMPLANTAÇÃO DO EFB., (p. 2).
- Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). (1 de Fevereiro de 2017). *ANACpédia*. Obtido de Home – ANAC: [http://www2.anac.gov.br/anacpedia/por\\_ing/tr2251.htm](http://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_ing/tr2251.htm)
- Agency, E. A. (s.d.). *Regulations Structure*.
- Agency, E. A. (2014). *Airworthiness and Operational Consideration for Electronic Flight Bags (EFBs)*. EASA.
- Agency, E. A. (s.d.). *Continuing Airworthiness Regulations, M.A.306*.
- Air France Industries. (2016 de Setembro de 2016). *E-Logbook (EATL)*. Obtido em 10 de October de 2016, de Air France Industries KLM Engineering & Maintenance: [http://www.afiklmem.com/AFIKLMEM/fr/g\\_page\\_standard/Innovations/E\\_LOGBOOK\\_EATL.html](http://www.afiklmem.com/AFIKLMEM/fr/g_page_standard/Innovations/E_LOGBOOK_EATL.html)
- AIRBUS. (7 de Outubro de 2016). *Getting to grips with MMEL and MEL - SmartCockpit*. Obtido de <https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj1iZe8vITSAhVIB8AKHRvhAbMQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.smartcockpit.com%2Fdownload.php%3Fpath%3Ddocs%2F%26file%3Dgetting-to-grips-with-mmel-and-mel.pdf&usg=AFQjCNHACv>
- Airline Fleet & Network Management . (2010). *MRO Software Solutions - O&M Best Practices Guide, Release 3.0*. Obtido de [https://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/OM\\_4.pdf](https://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/OM_4.pdf)
- Airline Operations. (13 de Outubro de 2016). *Airline case studies - the implementation and operation of EFBs and ETLs*. Obtido de Conduce: [http://www.conduce.net/wp-content/uploads/2013/08/ISSUE88\\_FLTOPS.pdf](http://www.conduce.net/wp-content/uploads/2013/08/ISSUE88_FLTOPS.pdf)
- Alan, H. M., R., J. H., & Tom, G. R. (2004). *Air Carrier Flight Operations*. Massachusetts Institute of Technology, Department of Aeronautics & Astronautics. Cambridge : MIT International Center for Air Transportation.
- Allen, D. (2003). Electronic Flight Bag. *AERO*, 12.
- Allen, D. (2008). Electronic Flight Bag: Real-Time Information Across an Airline's Enterprise. *Aero Quarterly*, 7.
- Arconics. (29 de Novembro de 2016). *EFB Benefits - Electronic Flight Bag*. Obtido de Arconics: <http://blog.arconics.com/blog2/benefits-of-an-efb-electronic-flight-bag>
- Association, A. E. (s.d.). Electronic Flight Bag (EFB). *Avionics Intel*.

- Aviation Integrated Management Solutions Consulting. (2013). Maintenance Deferrals per Minimum List (MEL) procedures, OR, "How did I get an AOG order for an AOG that will occur three days from now". *ASA Annual Conference*. Las Vegas.
- Benenson, T. (6 de Janeiro de 2003). *A Paperless Cockpit?* Obtido de FLYING: <http://www.flyingmag.com/paperless-cockpit>
- Boeing. (14 de Janeiro de 2017). *Real-Time Operations - Electronic Logbook*. Obtido de Boeing: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/boeing-edge/assets/brochure/edge-information-services/efb-logbook.pdf>
- Center, T. N. (3 de December de 2015). *Electronic Flight Bags*. (VOLPE) Obtido de Volpe, The National Transportation Systems Center: <https://www.volpe.dot.gov/safety-management-and-human-factors/aviation-human-factors/electronic-flight-bags>
- Chandra, D. C. (2002). Human Factors Evaluation of Electronic Flight Bags. *Conference on Human-Computer Interaction* (p. 5). Cambridge (USA): Volpe National Transportation Systems Center.
- Chandra, D. C., Yeh, M., Riley, V., & Mangold, J. S. (2003). *Human Factors Considerations in the Design and Evaluation of Electronic Flight Bags (EFBs) Version 2*. FAA - Human Factors Research and Engineering Division.
- Civil Aviation Authority. (30 de Outubro de 2016). *Electronic Flight Bags, Useful information about EFBs*. Obtido de Civil Aviation Authority: <https://www.caa.co.uk/Commercial-industry/Aircraft/Airworthiness/Aircraft-equipment/Electronic-flight-bags/>
- Civil Aviation Safety Authority of Australian. (December de 2004). *Minimum Equipment List/Permissible Unserviceability Procedures Manual - MEL Approval/Amendment Procedures*.
- Clark, S., & Trampus, G. (2011). Improving Runway Safety with Flight Deck Enhancements. *AEROMAGAZINE*, 8.
- Cooperative Development of Operational Safety and Continuing Airworthiness. (1 de Fevereiro de 2017). *Master Minimum Equipment List/ Minimum Equipment List Policy and Procedures Manual*. COSCAP.
- Correia, V. M. (2012). *The Aircraft Maintenance Program and its importance on Continuing Airworthiness Management*.
- Deathridge, S. (March/Abril de 2014). *Electronic TechLog (ETL) - A well-managed improvement*. Obtido em 25 de Abril de Abril, de Aircraft IT: <http://www.aircraftit.com/Operations/eJournals/eJournal/Aircraft-IT-Operations-March-April-2014/Reviews/Electronic-TechLog-ETL-A-well-managed-improvement.aspx>
- Deathridge, S. (2014). Electronic TechLog (ETL) - A Well-Managed Improvement. *Aircraft IT*.
- Europe, N. (s.d.). NetJets Europe Press Pack.
- European Aviation Safety Agency . (2014). AMC 20-25, Airworthiness and operational consideration for Electronic Flight Bags (EFBs). EASA.
- European Aviation Safety Agency. (2014 de January de 2014). *Certification Specifications and Guidance Material for Master Minimum Equipment List, CS-MMEL*. EASA.

- European Aviation Safety Agency. (2016). *Commission Regulation (EU) No 965/2012 on Air Operations and related EASA Decisions (AMC & GM and CS-FTL.1)* (4 ed.). EASA.
- European Aviation Safety Agency. (2017). *Airworthiness and operational consideration for electronic flight bags (EFBs)*.
- European Aviation Safety Agency. (January de 2017). *Continuing Airworthiness (IR +AMC/GM) - Easy access rules for Continuing Airworthiness (Regulation (EU) no 1321/2014)*. EASA.
- European Aviation Safety Agency. (25 de Janeiro de 2017). *Opinion No 06/2010 of the European Aviation Safety Agency*. Obtido de Opinion 06-2010 - EASA - Europa.eu: <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Opinion%2006-2010.pdf>
- Federal Aviation Administration. (6 de Janeiro de 2016). *Guidelines for the Certification, Airworthiness, and Operational Use of Electronic Flight Bags*. Washignton.
- Feeler, R. A. (May - June de 2002). MELs for Corporate and Business Aircraft Guide Deferred-maintenance Decisions. *Flight Safety Foundation:Aviation Mechanics Bulletin*, p. 24.
- Fitzsimmons, F. S. (2002). *The Electronic Flight Bag: A Multi-Function Tool For The Modern Cockpit*. Colorado: Institute for Information Technology Applications (IITA).
- Foster, C. (10 de Janeiro de 2017). *The Internet of Aircraft Things: Benefits of eTechlog and eCabin Logbook*. Obtido de LinkedIn: [https://www.linkedin.com/pulse/internet-aircraft-things-benefits-etechlog-ecabin-logbook-foster?trk=feed&lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad\\_flagship3\\_detail\\_base%3BaUfZvq3lBOedVEVtu3XdNg%3D%3D](https://www.linkedin.com/pulse/internet-aircraft-things-benefits-etechlog-ecabin-logbook-foster?trk=feed&lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_detail_base%3BaUfZvq3lBOedVEVtu3XdNg%3D%3D)
- Friend, C. H. (1997). *Aircraft Maintenance Management* (2 ed.). Longman Publishing Group.
- Gogo. (23 de Janeiro de 2016). *Building the Case for the Connected Aircraft*. Obtido de Runway Girl -Runway Girl: [https://www.runwaygirlnetwork.com/wp-content/uploads/2015/04/Gogo\\_building\\_the\\_business\\_case\\_connected\\_airline\\_white\\_paper.pdf](https://www.runwaygirlnetwork.com/wp-content/uploads/2015/04/Gogo_building_the_business_case_connected_airline_white_paper.pdf)
- Guedes, M. C. (2013). *Criação de uma marca infantil de impermeáveis*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.
- Honeywell. (4 de Janeiro de 2017). *Avionics*. Obtido de Airplane Connectivity: Innovation, Security and Speed: <http://interactive.avionictoday.com/GlobalAircraftConnectivity/>
- Hood, C., Woods, R., & Cooper, D. (March de 2016). *Digitising The Aircraft Technical Log: The Move From Paper*. Obtido de <https://www.linkedin.com/pulse/digitising-aircraft-technical-log-cameron-hood>
- IATA Paperless Operations. (2015 de August de 2015). *Aviation Identification & Authotisation System*. Obtido em 2017 de Janeiro de 25, de IATA - Home : [https://www.iata.org/whatwedo/ops-infra/Documents/Aviation\\_Identification\\_%20Authorisation\\_System\\_-\\_White\\_Paper\\_-\\_v1\\_2015.pdf](https://www.iata.org/whatwedo/ops-infra/Documents/Aviation_Identification_%20Authorisation_System_-_White_Paper_-_v1_2015.pdf)
- IBM. (16 de Dezembro de 2016). *Predictive maintenance benefits for the airline industry - IBM*. Obtido de IBM sales and istribution - United States: <https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=TTE03004USEN>

- ICAO. (s.d.). *Master Minimum Equipment List/Minimum Equipment List Policy and Procedures Manual*.
- International Civil Aviation Organization. (July de 2010). *ICAO annex 8 to the Convention on International Civil Aviation* (11 ed.). International Civil Aviation Organization.
- Jeppesen. (17 de Novembro de 2016). *Jeppesen EFB Applications for Boeing Aircraft*. (Jeppesen) Obtido em 22 de 09 de 2016, de JEPPESEN, a BOEING COMPANY: <http://ww1.jeppesen.com/main/corporate/industry-solutions/aviation/commercial/efb-for-boeing.jsp>
- Jeppesen. (25 de Janeiro de 2017). *Electronic Flight Bag - Airport Moving Map*. Obtido de [http://ww1.jeppesen.com/documents/aviation/commercial/AMM\\_INSERT.pdf](http://ww1.jeppesen.com/documents/aviation/commercial/AMM_INSERT.pdf)
- Joe Goebel, s. a. (15 de Janeiro de 2016). *What does aircraft Predictive Maintenance involve?* Obtido de <https://www.quora.com/What-does-aircraft-Predictive-Maintenance-involve>
- Joe Goebel, s. a. (s.d.). *What does aircraft Predictive Maintenance involve?*
- Johnstone, N. (4 de Dezembro de 2016). *The Electronic Flight Bag Friend or Foe?* Obtido de Air Safety Group: [https://www.airsafetygroup.org/sites/default/files/EFB%20Report%20-%20Final\\_0.pdf](https://www.airsafetygroup.org/sites/default/files/EFB%20Report%20-%20Final_0.pdf)
- Joint Aviation Authorities. (1 de October de 2016). *JAA Administrative & Guidance Material*. JAA Administrative & Guidance Materia.
- Jr., H. P., & Tighe, B. C. (Julho/Agosto de 2014). EFB Tablet Strategy: Apple iPad vs Microsoft Surface. (J. Hancock, Ed.) *Aircraft IT Operations*, 46.
- Kendrick, J. (30 de September de 2016). *A Pilot Kit for the 21st Century*. Obtido de FedEx: <http://about.van.fedex.com/blog/a-pilot-kit-for-the-21st-century/>
- Kiyak, E. (2012). The Effects of Aircraft Preventive Maintenance on Reliability. *International Journal Of Applied Mathematics and Informatics*, 6(1), p. 8.
- Knight, D. (16 de Janeiro de 2016). *Robust Software And Consulting Services Support Airlines' EFB Strategy*. Obtido de ASCEND - A Magazine For Airline Executives: <http://www.ascendforairlines.com/2013-issue-no-2/efb-solution>
- Landau, M. (Jul-Aug de 1969). Redundancy, Rationality, and the Problem of Duplication and Overlap. *Public Administration Review*, 29, p. 13.
- Lovelady, L. (2011). The Connected Aircraft, A progressive airline industry calls for greater aircraft connectivity. (S. Hawkins, Ed.) *Ascend - Taking your Airline to New Heights*(2), 88.
- Lufthansa Technik. (15 de Outubro de 2016). *Facelift for logbooks, Multi-function interface makes electronic data transfer possible*. Obtido de Lufthansa Technik: <https://www.lufthansa-technik.com/generic-elog-interface>
- Lufthansa Technik. (Janeiro de 2016). Less paper - Improved quality. *Connection*, 32.
- Management, L. T. (s.d.). (Lufthansa ) Obtido em 10 de September de 2016, de <https://www.lufthansa-technik.com/generic-elog-interface>

- Masson, A. (1999). *Electronic Kit Bag (EKB) Patent US 7970531B2*. Miami Beach, FL (USA).
- National Air Transport Association. (5 de Junho de 2016). *NATA aircraft maintenance & system technology committee best practices: Minimum Equipment List (MEL)*. Obtido de National Air Transportation Association: NATA: <http://nata.aero/data/files/gia/maintenance/fall2012mineqlistbp.pdf>
- National Business Aviation Association. (2 de Agosto de 2016). *Minimum Equipment Lists*. Obtido de NBAA: <https://www.nbaa.org/ops/maint/inoperative-equipment/minimum-equipment-list.php>
- National Business Aviation Association. (27 de Dezembro de 2016). *Operations without a Minimum Equipment List*. Obtido de National Business Aviation Association: NBAA: <https://www.nbaa.org/ops/maint/inoperative-equipment/operations-without-minimum-equipment-list.php>
- NetJets. (25 de Novembro de 2016). *About Netjets*. Obtido de NetJets Europe: Fractional jet ownership: <https://www.netjetseurope.com/about-netjets/>
- NetJets. (2016). *NetJets*. Obtido de <https://www.netjets.com/Home/>.
- NetJets. (25 de Novembro de 2016). *NetJets Europe: Fractional jet ownership*. Obtido de The Netjets Story: <https://www.netjetseurope.com/about-netjets/Company-History/>
- NetJets. (12 de Dezembro de 2016). *Warren Buffet*. Obtido de NetJets Europe: Fractional jet ownership: <https://www.netjetseurope.com/about-netjets/Warren-Buffett-believes-in-NetJets-/>
- NetJets Europe. (4 de Janeiro de 2017). *Netjets Europe - Dossier De Imprensa*. Obtido de Frota - NetJets Europe: [https://www.netjetseurope.com/global/press%20packs/nje%20press%20pack\\_portugall.doc\\_green](https://www.netjetseurope.com/global/press%20packs/nje%20press%20pack_portugall.doc_green)
- News, A. (Setembro de 2005).
- OMICS INTERNATIONAL. (15 de Setembro de 2016). *Electronic Flight Bag*. Obtido de OMICS GROUP: [http://research.omicsgroup.org/index.php/Electronic\\_flight\\_bag](http://research.omicsgroup.org/index.php/Electronic_flight_bag)
- Pierobon, M. (December de 2013). *Situational Awareness for MELs - Minimum equipment lists need maximum vigilance*. Flight Safety Foundation. Obtido de Situational Awareness for MELs.
- Soriano, M. E. (2009). *Contos de Fadas e Identidade Infantil*. São Gonçalo, Brasil: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Suhova, V. (August/September de 2015). *Digital trumps paper in the cockpit*. Obtido de Aircraft IT: <http://www.aircraftit.com/Operations/eJournals/eJournal/Aircraft-IT-Operations-August-September-2015/Reviews/eTechLog-Digital-trumps-paper-in-the-cockpit.aspx>
- The International Civil Aviation Organization. (July de 2001). *ICAO Annex 6 to the Convention on International Civil Aviation - Operation of Aircraft Part I: International Commercial Air Transport - Aeroplanes* (8 ed.). ICAO.