

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE GESTÃO E NEGÓCIOS
CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

***ELETRONIC FLIGHT BAGS COMO PARTE DO DESENVOLVIMENTO NOS
CENÁRIOS DE COCKPIT***

GOIÂNIA
2020

BELMIRO ANTONIO GOMES VIEIRA

***ELETRONIC FLIGHT BAGS COMO PARTE DO DESENVOLVIMENTO NOS
CENÁRIOS DE COCKPIT***

Artigo científico apresentado à Pontifícia
Universidade Católica de Goiás como exigência
parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Aeronáuticas.

Orientador: Professor Ms. Raul Francé Monteiro.

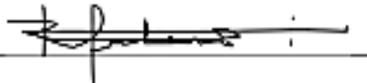
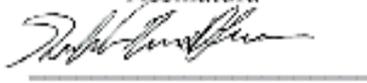
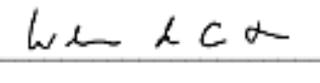
GOIÂNIA
2020

BELMIRO ANTONIO GOMES VIEIRA

**ELETRONIC FLIGHT BAGS COMO PARTE DO DESENVOLVIMENTO NOS
CENÁRIOS DE *COCKPIT***

GOIÂNIA – GO, 23/11/2020.

BANCA EXAMINADORA

Me. Raul Francé Monteiro	 Assinatura	CAER/PUC-GO	<u>8,8</u> Nota
Me. Reinaldo Moreira Del Fiaco	 Assinatura	IME	<u>8,8</u> Nota
Esp. William de Carvalho Xavier	 Assinatura	CAER/PUC-GO	<u>8,8</u> Nota

ELETRONIC FLIGHT BAGS COMO PARTE DO DESENVOLVIMENTO DOS CENÁRIOS DE COCKPIT

Belmiro Antonio Gomes Vieira¹
Raul Francé Monteiro²

RESUMO

Esta pesquisa foi elaborada com o fito de demonstrar os benefícios dos *Electronic Flight Bags* (EFB) tanto para os pilotos quanto para as operadoras aéreas. A exploração do tema se justifica em virtude de que o uso de papéis físicos/impressos tem se tornado antiquado na sociedade contemporânea, além de poluente, podendo ser substituído por dispositivos eletrônicos, especialmente em aeronaves. O estudo ainda considerou os altos custos suportados anualmente pelas empresas com a utilização de documentos físicos, recursos estes que serviriam de impulso ao investimento em dispositivos eletrônicos. Tais equipamentos surgiram em *tablets* e, posteriormente, foram também instalados em *cockpits* das aeronaves, com alta aceitação no processo de desenvolvimento das cabines. Tornou-se, ainda, uma ferramenta de redundância e apoio ao voo, permitindo uma operação mais segura e eficaz, além de contribuir para a redução do impacto ambiental. A pesquisa destacou, ainda, os desafios na introdução dos EFB relacionados às falhas que apresentavam em suas primeiras versões. Além disso, discorreu-se sobre os tipos e classificações dos dispositivos eletrônicos a partir do exame bibliográfico de documentos e publicações aeronáuticas, legitimando o seu uso nas aeronaves. Para ilustrar sua aplicabilidade prática, elegeu-se, no cenário nacional, a empresa Latam, pontuando como é feito o treinamento dos pilotos na companhia e quais são as etapas e o tempo necessários à qualificação dos tripulantes técnicos para o uso desses dispositivos eletrônicos em voos. Por fim, foram expostas algumas cifras economizadas por determinadas companhias com a adoção dos dispositivos eletrônicos, além de evidenciar os valores de redução da emissão de CO₂ na atmosfera, em observância ao desenvolvimento sustentável da atividade.

Palavras-chave: *Electronic Flight Bag*; impacto ambiental; tipos e classificações; desenvolvimento de aviônicos; segurança e eficácia.

ABSTRACT

This study was designed to demonstrate the Electronic Flight Bags (EFB) benefits for both pilots and air operators. The theme analysis is justified considering that the printed papers use has become outdated in contemporary society and polluting, thus, can be replaced by electronic devices, especially in aircraft. The study also considered the high costs annually supported by companies with the physical documents, resources these that would serve to boost investment in electronic devices. Such equipment appeared initially on tablets and, later, were also installed in aircraft cockpits, with high acceptance in the cabin development process. It has also become a tool for redundancy and flight support, contributing for a safer and more efficient operation, in addition to the reduction of environmental impact. The research also highlighted the challenges faced during the introduction of EFB related to the flaws presented in its first versions. The types and classifications of electronic devices were also discussed from the bibliographic examination consisted in aeronautical documents and publications, which legitimize its use in aircraft. To illustrate its practical applicability, the brazilian company

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas, Piloto Privado. Endereço eletrônico: belmiroagvieira@gmail.com

² Mestre em Psicologia e Especialista em Docência Universitária pela Universidade Católica de Goiás. Professor da Escola de Ciências Exatas e da Computação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Piloto de Linha Aérea – Avião, EC-PREV pelo CENIPA e credenciada SGSO pela ANAC. Endereço eletrônico: cmterfrance@hotmail.com.

Latam was chosen, pointing out how the company's pilot training is carried out and what are the steps and time necessary for the technical crew's qualification to use these electronic devices on flights. Finally, some monetary figure saved by certain companies, after the adoption of electronic devices, were exposed, and values of reducing CO2 emissions into the atmosphere were showed, in attendance to the sustainable development of activity.

Keywords: *Electronic Flight Bag; environmental impact; types and classifications; development of avionics; safety and effectiveness.*

INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, a ótica do desenvolvimento sustentável tem sido cada vez mais trabalhada, possibilitando que as empresas busquem seu crescimento de forma não agressiva ao planeta. Ao se pensar na indústria aeronáutica, esta realidade não é diferente: depara-se com o desafio do aprimoramento de ferramentas que reduzam o impacto ambiental e o próprio custo das planilhas para os operadores das aeronaves.

Entre tantos desafios, está a volumosa documentação indispensável ao voo, tradicionalmente materializada em papel físico, fator que naturalmente ocasionava problemas de armazenamento, constantes revisões, gastos em virtude do peso e algumas dificuldades no manuseio. A alternativa mais óbvia surgiu com o aparato eletrônico conhecido como *Electronic Flight Bags* (EFB) – informação aeronáutica em formato digital –, que logo foram ganhando espaço nas cabines de comando. Ao serem apresentados, em 1999, pareciam representar uma necessidade dos operadores aéreos e, ao mesmo tempo, dos tripulantes devido às suas potencialidades de propiciar uma operação mais tranquila, economia, além de favorecer a segurança dos voos e o meio ambiente.

Partindo desses pressupostos, este estudo tem como objetivo discorrer sobre o consumo de papéis a bordo e, em outra mão, sobre os desafios da implantação dos dispositivos eletrônicos de informação aeronáutica, ainda pouco conhecidos. Ao contrário de outros pacotes de automação, os EFB não vieram certificados e instalados nos painéis de voos e, talvez por isso, tenham gerado algum receio e expectativa acerca dos resultados possíveis, por parte de alguns aviadores.

Como hipótese de pesquisa, tem-se que a substituição de documentos físicos sugere a diminuição de custos com a redução de peso a bordo. No entanto, para sua efetiva implementação restava testar e avaliar o grau de confiabilidade e precisão como instrumento de auxílio à navegação, apoio para balanceamento e verificação da meteorologia em tempo real, incluindo o uso de imagens de satélites e outras funções úteis aos aeronautas. Por fim, mas

igualmente relevante, há de se destacar que a substituição de papéis por tais equipamentos eletrônicos contribuem para a minimização do impacto ambiental provocado pela atividade aérea.

Como metodologia, este trabalho é de natureza básica, uma vez que não supõe o atendimento de finalidades imediatas, mas o de produzir conhecimentos que possam ser utilizados também em outras pesquisas (VIANNA, 2013), e percorre o método fenomenológico; o objeto de estudo utiliza-se da pesquisa exploratória, investigando informações mais específicas sobre a ferramenta *Eletronic Flight Bag*, dispositivo que pode servir como ferramenta de apoio ao *cockpit*. A pesquisa é apoiada em referências documentais e bibliográficas, em especial livros, artigos e documentos oficiais de agências reguladoras, como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e a *Federal Aviation Administration* (FAA). A abordagem classifica-se como qualitativa à medida que expõe os conhecimentos obtidos acerca do tema, evidenciando como os EFB são capazes de influenciar positivamente o meio aeronáutico.

Para atender aos objetivos da pesquisa, o texto foi dividido em duas sessões. A primeira aborda o embaraço que os documentos físicos oferecem aos operadores de aeronaves devido ao custo de sua manutenção a bordo, além de avaliar as dificuldades enfrentadas no início de sua implantação. A segunda sessão descreve os EFB como uma ferramenta de aprimoramento e melhoria da segurança de voo no que tange à performance das aeronaves e de suas interações com os demais sistemas aviônicos, facilitando a tarefa dos tripulantes técnicos, além de apoiar o esforço em prol do desenvolvimento sustentável.

1 OS EFB: CONTEXTO DE SUA IMPLEMENTAÇÃO

Algumas noções gerais sobre o conceito e a evolução do EFB, desde o seu primeiro registro até os dias atuais, assim como alguns dos fatores que motivaram sua adoção, merecem ser expostos a fim de compreender a demanda orgânica por este dispositivo ao longo das duas últimas décadas.

1.1 CONCEITO E BREVE HISTÓRICO

Os *Eletronic Flight Bags* (EFB) consistem em um avançado equipamento de bordo instalado com o objetivo de servir como uma central eletrônica de informações. Nele “são disponibilizados documentos e manuais eletrônicos; *softwares* para cálculos de desempenho,

peso e balanceamento; cartas eletrônicas para navegação, além de várias outras funções importantes as operações de voo”, dispensando, no todo ou em parte, o uso de impressos (AEROMAGAZINE, 2012). Madaleno (2017) ressalta, ainda, a sua capacidade de registro e tratamento de informações pertinentes a consumo de combustível, abastecimento, a anomalias e à transferência de dados para um computador central.

Seus precursores foram pilotos do início dos anos 1990, que usavam seus *laptops* pessoais e *softwares* comuns (como planilhas e aplicativos de processamento de texto) para executar funções como cálculos de peso e equilíbrio, bem como o preenchimento de formulários operacionais. Uma das primeiras implementações do gênero por empresas ocorreu em 1991, quando a FedEx usou *Airport Performance Laptop Computer* para realizar cálculos de desempenho da aeronave (MADALENO, 2017).

O autor esclarece que o primeiro EFB, assim considerado, projetado especificamente para substituir a bolsa inteira de um piloto, foi patenteado em 1999 por Angela Masson como ‘Bolsa Eletrônica’ (EKB). Em 2005, o primeiro EFB STC comercial Classe 2 (STC No. ST03165AT) foi autorizado para a *Avionics Support Group, Inc.* que cobria a instalação de provisões para a implantação do computador EFB NavAero BagC22 e sistema de tela sensível ao toque. A instalação foi realizada na Miami Air em um Boeing B737NG. Os dados do EFB foram atualizados por meio de uma Unidade Terminal Wireless (TWLU) instalada nas instalações da Miami Air, que permitia ao EFB atualizar apenas os arquivos que haviam sido alterados no servidor.

À medida que a tecnologia de computação pessoal se tornou mais compacta e poderosa, os EFB ganharam espaço nas cabines de comando, pois pareciam representar uma necessidade dos operadores aéreos e, ao mesmo tempo, dos tripulantes devido à potencialidade de propiciar uma operação mais tranquila e economia, além de favorecer a segurança dos voos e o meio ambiente. Novas tecnologias, como meteorologia por satélite em tempo real e integração com GPS, expandiram ainda mais as capacidades das bolsas eletrônicas de voo.

Sua criação foi motivada por diversos fatores relacionados aos inconvenientes do uso de papel impresso, alguns deles expostos na sessão a seguir.

1.2 DESVANTAGENS DO PAPEL IMPRESSO COMO FORTE FATOR DE ADOÇÃO DO EFB

Para aprofundar-se no desenvolvimento do setor aeronáutico, é adequado recordar a Terceira Revolução Industrial, que ganhou destaque no período próximo à Segunda Guerra

Mundial (1939 – 1945) e, como consequência, influenciou a aviação militar. De acordo com Rifkin (2002), a Terceira Revolução Industrial foi precursora no desenvolvimento da comunicação, da energia e do transporte. Na esfera aeronáutica, evidenciou-se no período o surgimento de aviônicos voltado a uma navegação dotada de mais precisão, inseridos inicialmente em aviões militares e, posteriormente, em aeronaves comerciais.

Com base nos documentos da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), esta nova ferramenta, entre outras possibilidades, fornece auxílio à navegação, facilitando aos aeronautas o acesso a informações contidas em um único dispositivo, em substituição ao manuseio das cartas aeronáuticas em papel contendo procedimentos de chegadas, saídas, diagramas de aeroportos e outra gama de informações, além de manuais diversos. Nesse aspecto, vale pontuar que conforme Anexo 4 da ICAO, todos os países signatários devem adotar os padrões mínimos para cartas de voo obedecendo aos critérios de informações bidimensionais e tridimensionais (ICAO, 2009).

O piloto, na qualidade de responsável pela tomada de decisões, sendo o elemento preparado para interpretar situações de falhas continuadas, deve ser preservado, prioritariamente, para atuar em situações adversas. Significa dizer que seu papel ao longo de um voo em circunstâncias normais é o de supervisionar os sistemas autônomos computadorizados da aeronave, sistemas estes que permitem reduzir a carga de trabalho manual/braçal desses profissionais. Por certo, um dos fatores que consomem demasiado tempo da tripulação é o *briefing* de cartas selecionadas, por exemplo. De acordo com Haddock e Beckman (2015), alguns pilotos sentem algum *stress* no momento de procura pelas cartas de aproximação impressas, pois quando uma autorização é substituída pelo controle de tráfego, há um retrabalho que deve ser feito rapidamente. Além disso, o tempo para executar um novo *briefing* com a nova carta gerada aumenta em algo na casa de 2 minutos, penalizando a performance de aproximação.

Outro fator observado nessas consultas manuais em papel é a identificação errônea dos mínimos permitidos em um procedimento de aproximação. Eventual má qualidade da impressão da carta em papel, ou uma sujidade depositada sobre determinado item, ou mesmo um pinga de qualquer líquido sobre o documento podem induzir o piloto a erro. Tais deficiências, por certo, podem ocasionar dúvidas durante a apresentação de um *briefing* de uma carta de aproximação para pouso. Situações como as exemplificadas geram incômodo ou mesmo tensões que podem ser potencializadas durante as aproximações feitas em condições atmosféricas adversas, aumentando as dificuldades de gerenciamento na cabine (ibidem).

Chandra et al. (2003) corroboram com essa constatação de que as cartas aeronáuticas de fato consomem tempo dos pilotos, dado à rotatividade do manual de cartas, além da possibilidade de não estarem no local adequado, quando procuradas. Em suma, é incerto que tudo esteja em ordem e organizado, tendo em vista que diferentes tripulantes manuseiam o mesmo material durante as muitas horas de voo e em virtude do uso da mesma aeronave por vários deles.

A iluminação da cabine é outro item a ser considerado nesse aspecto, não só em relação às cartas aeronáuticas, como também para a realização dos *checklists* que ocorrem na operação *standard* de um voo, desde a preparação do *cockpit* até o abandono da aeronave. Nesse sentido, igualmente pode haver dificuldade quanto à iluminação para a leitura dos documentos, especialmente em voos noturnos, quando níveis de fadiga são passíveis de ocorrer com mais frequência (DEGANI et al., 1990).

Em alguns casos, para se evitar que muitos tripulantes utilizem o mesmo material impresso, são estipuladas algumas regras: todos os copilotos passam a ter a sua própria *flight case*, transportando todos os manuais necessários para cada voo. No entanto, de acordo com Techau (2017), o transporte desse material para casa ou para os hotéis é pesado e, em parte dos pilotos, propicia lesões em suas colunas, tais como hérnias de disco, entorses e outros, pois além desse peso de papéis que necessariamente devem acompanhá-los no voo, os aeronautas portam sua bagagem pessoal para viagens inclusive de dois ou três dias, por exemplo. Isto pode ficar ainda mais confuso quando escalados dois comandantes para um voo, pois nenhum deles tem uma pasta de navegação.

Ainda segundo o autor, situações como essas consistem em adversidade que ultrapassa o mal-estar individual dos pilotos, impactando negativamente a própria companhia aérea, pois uma vez que os aeronautas sofrem lesões, é compulsório que empresas cubram despesas com tratamento médico e, em alguns casos, tais enfermidades chegam a culminar até mesmo na aposentadoria dos profissionais por invalidez, gerando, desse modo, gastos desnecessários, tendo em vista que problemas como esses podem ser evitados. Vale ressaltar, ainda, que o peso a ser transportado em cabine – tanto de documentos como de bagagem pessoal – aumenta conforme a distância do destino e a quantidade de aeroportos que a aeronave irá possivelmente aterrissar, exigindo, além disso, o desgaste do tripulante técnico que, por vezes, deve carregar todos esses documentos para a realização do voo (ibidem).

Outra inconveniência é a atualização constante das assinaturas. Em caso de uso de *flight cases*, os pilotos recebem da empresa envelopes de atualização que devem cuidar de retirar e atualizar, manual e pessoalmente, cada elemento do conjunto, como ainda praticado por muitos

aviadores da aviação executiva e por algumas linhas aéreas. Isso porque de acordo com a FAA (2020), se uma carta aeronáutica sofrer qualquer alteração em suas informações ou simbologias, ela deve ser atualizada/substituída num prazo de 28 até 56 dias no máximo, a depender das alterações sofridas. Isso gera cuidados constantes por parte das operadoras aéreas, além de manterem uma vigília sobre a constante carga de trabalho relativa às pastas de seus tripulantes ou das aeronaves da frota. Assim, a ausência de um EFB aumenta as atividades dos tripulantes em especial na aviação executiva, onde muitas aeronaves não dispõem deste apoio.

A situação pode tornar-se ainda mais complexa quando se trata de aeronaves homologadas para operações *single pilot*. Nestes casos, com apenas um piloto a bordo, há o aumento natural das suas tarefas, uma vez que as cartas são de sua exclusiva responsabilidade, assim como a leitura e o cumprimento das listas de verificação (*checklists*) em cada momento específico do voo, além do ordinário monitoramento dos parâmetros e da atenção no voar, navegar e comunicar-se com os órgãos de controle de tráfego. Assim, em uma situação adversa, a seleção e o manuseio dos papéis impressos, sem sombra de dúvidas, dificultam a atividade de um *single pilot* contribuindo para a ocorrência de erros na tomada de decisão e no cumprimento de procedimentos previstos (FAA, 2016).

Ainda na vertente de operações *single pilot*, Sweet et al. (2017) discorrem que é relativamente fácil o piloto esquecer alguns documentos compulsórios para a realização de um voo. Segundo o autor, as chances aumentam conforme a quantidade de documentos necessários. Isso foi confirmado em reportes diversos de pilotos que, na época da implementação dos EFB, no ano de 1999, participaram de testes iniciados por Marcia Kuskin Shamo em 1998. Em caso de esquecimento, por exemplo, de uma carta de aproximação ou de saída, problemas graves podem ocorrer, em particular sob condições meteorológicas de voo por instrumentos e em localidade desprovida de órgão de controle. Nessa situação absolutamente indesejável a tomada de decisão deverá sugerir o abandono da aproximação, por bem da segurança.

Assim, em síntese, a possível desorganização e conservação inadequada do material impresso, bem como seu manuseio, aumentam a atividade/carga de trabalho dos tripulantes técnicos, provocam um decréscimo da atenção e diminuem a eficiência e a produtividade em fases críticas do voo (DEGANI et al., 1990), entendidas como aquelas nas quais os aeronautas estão expostos a maiores cargas de trabalho e atenção, seja em procedimentos de aproximação e de decolagens ou nos executados abaixo de 10.000 pés (ANAC, 2019).

Operadores da Alaska Airlines contabilizavam, antes da implementação dos EFB em sua frota (ocorrida em 2011), gastos com impressão e manutenção de mais de 2,4 milhões papéis, que ultrapassam a casa de 1,5 milhões de dólares anuais. Seus dados informam que cada

piloto leva de 11 a 22 quilos de documentos para cumprirem seus voos, especialmente em rotas internacionais, quando há a bordo mais material impresso para a navegação (HADDOCK; BECKMAN, 2015).

Confirmação do fato pode ser identificada na descrição da empresa aérea norte-americana *American Airlines*. A linha aérea que, na época da mensuração, contava com oito mil pilotos em seus quadros observou gastos expressivos com a utilização de papéis a bordo de suas aeronaves, pois cada um deles utilizava cerca de 3.000 folhas de papel por ano. A despesa com esse material girava em torno de 1,2 milhões de dólares ao ano, quantia que poderia ser utilizada na compra de aproximadamente 400.000 galões de combustível para as aeronaves, um dado significativo para a planilha de custos da empresa (CAREY, 2013).

Ainda adotando como referencial outra empresa aérea norte-americana, evidencia-se um gasto exorbitante com papéis na *United Airlines*. Segundo Opheim e Solgard (2019), cada voo convencional da companhia aérea porta em média 12.000 folhas de papel, o que resulta, anualmente, em um assombroso gasto estimado de 16 milhões de folhas de papel. Com relação ao combustível gasto por conta do peso destes papéis, ele custa aos cofres da companhia cerca de 326.000 galões de combustível anualmente, sem contar o impacto ambiental provocado pela emissão de CO₂ na atmosfera, causado pela queima dessa quantidade de combustível, o que poderia ser evitado.

De acordo com *International Air Transport Association* (IATA, 2017), dados extraídos dos programas de manutenção de linha de uma frota de 180 aeronaves da empresa *Cathay Pacific* demonstram o quanto é gasto pela companhia, aproximadamente, com papéis impressos. Cada armário com quatro gavetas contendo cerca de 11.000 documentos relacionados somente à manutenção possuem um gasto com armazenamento de 1.500,00 dólares anuais. Ora, considerando que a frota de aeronaves da empresa tende a expandir-se, isso reflete um gasto colossal no longo prazo, diminuindo, conseqüentemente, o lucro da companhia.

Ademais, parece indiscutível que o uso de papéis acarreta gastos relacionados também ao despacho do voo e a algum possível desbalanceamento da aeronave por conta da imprecisão no momento da decolagem. Tal situação requer maior esforço dos motores e conseqüente manutenção. Isso porque o Manifesto de Peso & Balanceamento é apresentado pouco antes do voo, mas sem considerar aqueles embarques ou desembarques de passageiros e de carga ocorridos de última hora, o que corrigido com o uso de maior empuxo dos motores para a decolagem e durante o voo, gerando, conseqüentemente, mais custos (BOEING, 2003, p. 3).

1.3 DIFICULDADES ENFRENTADAS NO INÍCIO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS EFB

De acordo com Lytle (2015), toda essa revolução dos EFB iniciou uma discussão de preferências entre os pilotos pelo papel físico ou pelos equipamentos eletrônicos. Pilotos que manusearam cartas físicas por anos têm receio em relação à segurança dessa nova ferramenta. A princípio, um dos principais pontos de preocupação entre os tripulantes técnicos era relacionado à bateria dos tablets, por exemplo. A vida útil da bateria foi algo debatido por um tempo considerável, uma vez que a carga poderia acabar em voo, deixando os operadores técnicos sem qualquer referência para navegação. Além disso, a fonte de alimentação para os EFB foi algo questionado, uma vez que algumas aeronaves não dispunham dessa alternativa.

Ainda de acordo com o autor, em algumas empresas os pilotos relataram certa demora no que tange ao tempo de processamento das informações. Equipamentos de baixa qualidade poderiam comprometer a segurança do voo em momentos cruciais na hipótese de falta de agilidade no processamento e fornecimento de informações em virtude de sobrecarga de informações em caso de não contar com um processador que possa suprir, com eficácia, as necessidades da operação. Desse modo, o debate em torno dos *softwares/hardwares* de qualidade era um motivo que gerava preocupação e questionamentos, como um reflexo da falta de investimento das empresas (ibidem).

Outro problema aventado pelos pilotos dizia respeito ao treinamento que as empresas aéreas deveriam oferecer, pois elas próprias não tinham total certeza quanto à total confiabilidade no uso da ferramenta. Assim, durante a implementação dos EFB, surgiram reclamações relacionadas ao ineficiente e insuficiente treinamento para se ter uma operação com segurança. Para testar a eficiência do dispositivo, algumas empresas selecionaram pilotos de sua frota. Apontou-se, à época, que as informações ainda eram difíceis de ser encontradas e, de efeito, tiravam a atenção dos pilotos, gerando uma deficiência no monitoramento de outros sistemas essenciais, ao tentarem identificar a operacionalidade do novo conjunto (LYTLE, 2015).

No que diz respeito à segurança do voo, Chandra e Kendra (2009) sinalizam, a partir do exame de relatórios apresentados em 2003, que os dispositivos eletrônicos foram os fatores principais ou contribuintes para a causa de incidentes e acidentes. Tais eventos incluem informações errôneas sobre: incursão de pista, peso e balanceamento, separação adequada entre aeronaves e desvio de altitude quando pilotos declararam emergência. Surgiram, ainda, relatos de fadiga por parte dos tripulantes técnicos quando estes operavam a aeronave sob pressão, colocando em risco a segurança dos ocupantes da aeronave.

Suppiah (2009) complementa o debate sobre as desvantagens dos EFB no que tange confusão mental pilotos. A associação que se fez é a de que o dispositivo eletrônico pode exibir

aos operadores informações desnecessárias e demais, o que pode gerar lacunas no cumprimento de alguns procedimentos. Isso porque o excesso de informações aumenta as chances de se ultrapassar os limites cognitivos dos pilotos, fazendo com que seja desviado o foco do monitoramento de instrumentos essenciais da aeronave, por exemplo.

Outra crítica que se fez aos EFB é em relação à escolha do local de afixação na cabine de comando. Segundo Chandra et al. (2003), pode ser fatigante encontrar uma região exata e ideal para a fixação dos dispositivos eletrônicos (no caso daqueles não integrados à aeronave) devido ao *flight deck* ser um ambiente que não conta com espaço disponível para tanto.

Por derradeiro, a ponderação última apontada por alguns em desfavor desses equipamentos é a de que, caso venham a ser lançados no momento de impacto de um pouso ou turbulência severa, por exemplo, pode provocar escoriações nos tripulantes devido à proximidade destes aos dispositivos (CHANDRA et al., 2003).

2 EFB: CLASSIFICAÇÃO E BENEFÍCIOS

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS EFB E REQUISITOS MÍNIMOS

Para compreender como os *Electronic Flight Bag* (EFB) podem auxiliar os pilotos, é necessário antes conhecer seus tipos, as precauções que devem ser adotadas na sua implementação, bem como as instruções para os seus operadores. Assim, para uma boa interação com o equipamento – e verificação de sua confiabilidade e exatidão –, é indispensável se esclareça acerca do uso nas fases críticas do voo. Trata-se, certamente, de uma ferramenta de considerável valia em especial nas fases em que os pilotos estão expostos a altas cargas de trabalho, como em procedimentos de aproximação e decolagens e sempre que a aeronave estiver evoluindo abaixo de 10.000 pés (ANAC, 2019), como já mencionado.

De acordo com a *Federal Aviation Administration* (FAA, 2011), em relação aos aplicativos (*softwares*), eles são classificados em 3 (três) tipos – A, B e C. O tipo A contém informações pertinentes ao planejamento do voo, utilizados no solo ou nas fases não críticas do voo por disponibilizar informações estáticas; o tipo B fornece informações aeronáuticas estáticas e interativas, podendo ser utilizado em todas as fases do voo; o terceiro tipo está sujeito a uma prévia autorização de instalação por parte da agência reguladora de cada país e são integrados aos aviônicos da aeronave para operarem de modo síncrono, podendo estabelecer comunicação e monitoramento. São destinados a todas as fases do voo e sua indisponibilidade é considerada situação crítica.

Quanto à classificação de seus *hardwares*, eles podem ser divididos em três classes. A primeira abarca os computadores pessoais, sem uma instalação certificada e, nestes casos, não interferem nos comandos da aeronave; esses devem ser afixados pelo piloto e estar no seu campo de visão durante o voo e possuir sua própria fonte de alimentação. Os de segunda classe trata-se de equipamentos eletrônicos que igualmente devem ser afixados pelo piloto (em caso de computadores pessoais), quando na aeronave ele já não estiver afixado pela operadora aérea (computadores da empresa), mas igualmente não exigem certificação obrigatória pela autoridade aeronáutica competente. Uma das sugestões de seus fabricantes está relacionada à facilidade de remoção em caso de situação anormal, a fim de que os tripulantes se mantenham seguros. Já os da classe três são dispositivos integrados às aeronaves e requerem autorização da autoridade competente (ANAC, 2019), uma vez que interagem com os sistemas.

Outra exigência estipulada pela ANAC para as três classes é em relação às dimensões do equipamento. O tamanho diagonal da tela do recomendado é que não seja inferior a 9 polegadas, que equivalem a aproximadamente 23 centímetros. A dimensão, de todo modo, não pode ser inferior a 7,9 polegadas, ou seja, a 20 centímetros. Tais exigências visam segurança na visualização das informações, evitando a distração dos pilotos no momento do manuseio do dispositivo (ibidem).

2.2 BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DOS EFB

Na prática das companhias aéreas, segundo Lytle (2015), uma considerável parcela dos aviadores das maiores empresas aéreas do mundo já utiliza os EFB em substituição total ou parcial aos papéis impressos. Algumas delas: as americanas United Airlines, American Airlines e Alaska Airlines; as europeias Air France, Lufthansa, British Airways, KLM e EuroAtlantic; as asiáticas Qatar Airways, Etihad Airways e Emirates; a australiana Qantas Airways, bem como as brasileiras Gol, Azul e Latam, entre outras. Os motivos da preferência são vários, entre os quais elencam-se os mais comumente mencionados na literatura:

Conforto visual e função zoom – a facilidade de observar elementos reduzidos com o apoio da função “zoom”, assim como o uso da função “multitarefa”, o que, por óbvio, não é possível nos documentos impressos.

Atualização de páginas – outro benefício é a disponibilização de recorrente atualização de páginas (virtuais) que entram em desuso, a exemplo do *Quick Reference Handbooks*³ (QRH),

³ Manual de referência rápida: contém todos os procedimentos aplicáveis para condições anormais e de emergência em um formato fácil de usar (SKYBRARY, 2017).

e, principalmente dos conjuntos de cartas eletrônicas utilizadas para os voos IFR (*Instrument Flight Rules*), cuja substituição manual acarreta um constante retrabalho.

Localização do avião sobre a carta/segurança aprimorada na pista de taxiamento

– apesar de os papéis impressos também conterem mapas e informações de relevos, eles não conseguem, obviamente, demonstrar a localização do avião evoluindo sobre a carta, o que é possível com o dispositivo eletrônico. Em aeroportos repletos *taxiways*⁴ e seus cruzamentos, os EFB também podem identificar a sua própria posição em deslocamento. Na esfera militar, Fitzsimmons (2002) relata que os pilotos preferem utilizar os EFB às cartas impressas, exatamente pelo fato de que a utilização do papel tornava o gerenciamento eficaz mais trabalhoso.

Visualização do *pilot flying* – os EFB facilitam a visualização do *pilot flying*⁵ quanto à leitura de dados e monitoramento da cabine e, muito embora se reconheça a importância do papel impresso ao longo de anos para este fim, ele está pronto para ser integralmente substituído (FLIGHT SAFETY, 2005).

Balanceamento da aeronave – com o uso dos EFB a tripulação pode trabalhar o balanceamento da aeronave em situações de imprevistos, como o vazamento de combustível, quando torna-se necessário o reprocessamento do gráfico de Peso & Balanceamento para que a aeronave mantenha boas condições operacionais. Uma situação desta natureza, sob pressão, oportuniza as chances de erros nesses recálculos, caso feitos manualmente, enquanto no meio eletrônico será preciso apenas fazer o lançamento de dados, o que pode minimizar uma situação de risco. É o que ocorreu com uma aeronave A-380 da empresa australiana Qantas. No caso, o EFB permitiu que a tripulação revisse a otimização de uma aproximação difícil para redefinir situações imprevistas no *cockpit* (FLIGHT SAFETY, 2005).

Informações meteorológicas em tempo real e tomada de decisão – Roteira (2017) acrescenta que a tomada de decisão no tocante às informações meteorológicas são de extrema importância antes e durante o voo. Como suporte, a utilização dos EFB possibilita a atualização dessas informações em tempo real, permitindo um bom planejamento dos pilotos antes da decolagem e, principalmente, durante o voo. Com as informações em tempo real, a tomada de decisão ganha assertividade, evitando que a aeronave se envolva em situações meteorológicas

⁴ *Taxiway* é uma faixa de pista em um aeródromo em que a aeronave pode rolar de ou para um hangar, terminal ou pista. São frequentemente superfícies rígidas, feitas de asfalto ou concreto, embora possam ser encontradas em cascalho nos aeroportos menores.

⁵ Antes do início de cada setor de voo, o comandante da aeronave decide qual piloto assumirá a responsabilidade direta por voar a aeronave para o voo completo ou por partes particulares dela, como a descida / aproximação e pouso. Eles se tornam Pilot Flying para esse setor ou a parte específica dele.

desfavoráveis. Desta maneira, também em relação à tomada de decisão, confirma-se que o sistema de informação eletrônico oferece vantagens em comparação ao manuseio de documentos físicos (ATES, 2017).

Uma função realista do EFB é apoiar a gestão da informação. O gerenciamento de informações tenta oferecer suporte flexível, ingresso a apresentação de informações com melhor relacionamento aos dados específicos, em qualquer ponto do voo, além de oferecer suporte eficaz para alguma tomada de decisão, melhorando a consciência situacional. (FITZSIMMONS, 2002, p. 3).

Compartilhamento de informações/formulários – tais ferramentas ainda possibilitam o compartilhamento automático das informações, agora preenchidas pelo piloto diretamente no sistema, dispensando o apoio de funcionários antes dedicados ao compartilhamento. Isso permite uma melhor interação entre outros usuários que utilizem a mesma rede de contatos. Os EFB ainda otimizam o tempo necessário para a emissão de reportes de segurança, assim como liberam os pilotos do preenchimento de formulários diversos na forma manual (ROTEIA, 2017).

Iluminação da tela – Roteia (2017) reforça que os dispositivos eletrônicos podem minorar as dificuldades dos tripulantes à medida que permitem o ajuste de iluminação de sua tela, de modo a facilitar a interpretação dos dados. Em operações diurnas, quando é comum a evidência de reflexo na tela dos EFB, o próprio dispositivo possui a possibilidade do ajuste de brilho, neutralizando os reflexos e melhorando, assim, a visualização dos dados pelo piloto. Para as operações que ocorram no período compreendido entre o pôr e o nascer do sol, o modo noturno também auxilia os pilotos, facultando-lhes melhor visualização e evitando o cansaço visual, já que este modo emite cores quentes no visor, de forma a não agredir a visão dos tripulantes. Vale ressaltar que esta função também pode ser utilizada durante operações diurnas.

Redução dos impactos ambientais – a implementação dos dispositivos eletrônicos traz números expressivos na redução de papel, como demonstrado neste estudo, além de contribuir para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa (NUNES, 2019 apud IZZI, 2019). Tal vantagem contribui com o engajamento da atividade aérea na filosofia do desenvolvimento sustentável, vital para a sobrevivência humana.

Várias outras vantagens de natureza econômica e técnica podem ser citadas em complemento, como: redução de custos de combustível e manutenção, como já mencionado; vigilância de entrada no convés de voo para conformidade com as recomendações atuais da ICAO; futuros recursos de integração para companhias aéreas habilitadas; eliminação drástica de papel da cabine de comando; acesso amplo a documentos digitais pré-carregados;

disponibilização de formulários eletrônicos de desempenho, gráficos, conscientização da posição do táxi (mapa móvel do aeroporto), vigilância por vídeo, entre outras (ALLEN, 2003).

Um cuidado a ser tomado – vastamente relatado pelos fabricantes dos EFB – está relacionado à qualidade dos suportes de fixação cujo uso é condicionado à aprovação da agência regulatória de aviação, a fim de que o dispositivo não se desprenda e, desse modo, não coloque em risco a integridade física dos tripulantes em caso de intensas turbulências. Ainda em relação aos suportes, é possível ajustar a posição dos EFB de acordo com a necessidade do aviador, tornando a ergonomia de cabine mais confortável e, conseqüentemente, diminuindo o cansaço físico (ibidem).

Para que a substituição fosse considerada indiscutivelmente segura, muitas experiências foram feitas para avaliar o uso do dispositivo. Haddock e Beckman (2015) relatam que testes efetuados em simuladores de voo buscavam saber como os pilotos que utilizavam rotineiramente cartas físicas reagiam em comparação a quando utilizaram o EFB nas primeiras vezes. Os resultados demonstraram que aqueles que utilizaram papéis impressos obtiveram resultados bem inferiores em diversos parâmetros. Também se percebeu uma carga de trabalho maior para aqueles que utilizavam procedimentos impressos em papel. Os resultados foram surpreendentes:

apenas 36% dos pilotos foram capazes de identificar corretamente os mínimos de aproximação corretos na primeira tentativa ao usar papel. Quando os pilotos usaram o EFB, 100% dos participantes escolheram a abordagem correta e os mínimos associados na primeira tentativa. Esses são erros críticos que, talvez mais do que os outros, podem resultar em um acidente, caso o piloto tente usar as informações erradas para uma abordagem (HADDOCK; BECKMAN, 2015, p. 9, tradução nossa).

2.3 TREINAMENTOS PARA EFB E ADOÇÃO DO DISPOSITIVO PELAS OPERADORAS

Roteia (2017) prossegue em sua análise descrevendo os processos de treinamento promovidos pela empresa aérea EuroAtlantic para a utilização do dispositivo eletrônico em suas aeronaves Boeing 767. O treinamento foi exigido pela Autoridade Nacional de Aviação Civil, agência reguladora em Portugal, também de sigla ANAC, para que a certificação de seu uso fosse liberada. Inicialmente, os pilotos recebem o manual contendo as informações de operação dos EFB. Em seguida, é realizado o treinamento anual – denominado *Ground Refresher Training* (GRT) – com 4 horas de duração.

Segundo Seamster e Kanki (2007), coletou-se, por meio de uma sessão de simulador, o parecer de tripulantes técnicos a respeito do funcionamento do dispositivo em diversos momentos do voo, tais como pré-voo, partida do motor, subida e duas mudanças de rota no ar,

além da consulta aos *Standard Operating Procedures* (SOP) e *Minimum Equipment List* (MEL) da aeronave. Com um treinamento de apenas 100 minutos, tanto os comandantes quanto os primeiros-oficiais relataram um nível de excelência em alguns procedimentos. E com apenas uma sessão de 45 minutos no simulador, declarou-se maior familiarização com os dispositivos eletrônicos em relação aos papéis, mesmo com pilotos que tiveram pouco contato anterior com a ferramenta.

De acordo com Nunes (2019 apud IZZI, 2019), a LATAM Airlines adotou a utilização dos EFB devido à sua confiabilidade e ao histórico de segurança demonstrado em outras operadoras. O treinamento efetuado na empresa teve carga horária de 8 horas, contendo instruções teóricas e práticas para, posteriormente, os pilotos iniciarem sessões em simuladores de voo da classe Delta, que contavam com tais dispositivos. Como resultado, evidenciou-se uma melhora na consciência situacional e um melhor gerenciamento do tempo de busca de dados, uma vez que a ferramenta apresenta de *hiperlinks* que facilitam as explorações. Por fim, constatou-se a diminuição no tempo de atualização de dados da aeronave, reduzido de duas semanas para apenas 2 dias, além de liberar um espaço considerável no *cockpit* que seria ocupado por um amontoado de papéis

Quanto ao *cockpit*, vale pontuar, por oportuno, que a evolução da cabine de comando propiciou um melhor desenvolvimento dos EFB. Segundo a indústria Airbus (2013), com o lançamento da aeronave A350 XWB, a dinâmica do *cockpit* foi modernizada, trazendo o sistema já embarcado de fábrica (EFB Classe 3), o que proporciona aos tripulantes melhor interação e confiabilidade. Em momentos em que a carga de trabalho é considerada elevada – como no ato de inserção de dados de peso e balanceamento ou na fase de procedimentos de aproximação – essa interação faz toda a diferença.

Isso tornou-se possível em virtude de *cockpit* ser modelado com seis largas telas sensíveis ao toque que permitem aos pilotos mais conforto visual e global. Além disso, as informações das telas do A350 XWB podem ser transferidas para uma tela central da aeronave, possibilitando aos tripulantes uma melhor interação e o aumento da consciência situacional e conseqüentemente a segurança do voo (ibidem).

Já Allen (2003) enriquece a discussão trazendo dados sobre a inserção do EFB no *cockpit* pela fabricante Boeing, ocorrida em 2003. Em 2005, a empresa norte-americana possibilitou, por meio do EFB Classe 3, a inserção do *software* denominado ELB (*Boeing Electronic Logbook*), que, a princípio, foi implementado na aeronave B 777 e, posteriormente, nas demais, tais como os Boeing 737, 747-400, 767 e 747-800. Tal sistema possibilitou que

operadores de aeronaves pudessem acessar dados em tempo real no tocante à operação das suas respectivas frotas.

Este *logbook* da indústria Boeing (o ELB), agora acoplado no painel da aeronave, fornece aos operadores informações administrativas e, com isso, permite a tomada de decisões que evitem o aumento do custo operacional de cada aeronave da frota, melhorando a gestão de custos e do lucro das empresas e aprimorando os cuidados com o meio ambiente. Como exemplo, caso uma aeronave tenha uma pane e precise ser submetida a uma manutenção inesperada, o ELB facilitará as ações relativas à sua retirada de voo (*ibidem*).

A uso desse *software* no EFB permite aos operadores uma decisão mais eficaz no exercício da reorganização da frota das aeronaves, tornando-os menos suscetíveis a prejuízos (ALLEN, 2003). Também, graças às informações entregues com segurança e agilidade, o ELB possibilita às companhias realizarem análise proativa, sanando assim os contratempos que porventura, podem surgir (*ibidem*).

Como uma possível solução para evitar os atrasos, o dispositivo eletrônico ELB da Boeing fornece aos pilotos uma gama de informações que torna possível a eficácia da operação, como, por exemplo, o acesso imediato ao *status* do avião no tocante às falhas e ao adiamento de manutenções, ensejando maior segurança mais agilidade nos momentos preparatórios para o voo (*ibidem*).

No tocante ao impacto ambiental, traz-se como exemplo concreto, em reforço ao já pontuado na pesquisa, que a implementação dos dispositivos eletrônicos pela LATAM Linhas aéreas trouxe resultados expressivos na redução de papel e contribuiu efetivamente para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa. De acordo com Nunes (2019 apud IZZI, 2019), é possível evitar a emissão de 1,64 mil toneladas anuais de CO₂ na atmosfera, isso só na companhia aérea em questão, contribuindo consideravelmente para os esforços previstos no protocolo de Quioto.

No que diz respeito à redução de gastos, o autor relata a empresa avalia que, com a adoção dos EFB, é possível economizar anualmente cerca de 1 milhão de reais na substituição de material impresso e aproximadamente 180 mil galões de combustível maximizando, assim, os seus lucros. A LATAM ainda pontua como relevante a redução de peso nas aeronaves a partir da substituição do material físico (impresso), a saber, 24 kg para cada aeronave *narrow-*

*body*⁶ e 36 kg para aeronaves da frota *wide-body*⁷. Tudo isso propiciado por um dispositivo eletrônico de pouco menos de 1 kg que reduz o custo operacional como um todo, em consequência da diminuição dos pesos, e aumenta a segurança aérea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aviação, como uma das atividades humanas da sociedade contemporânea, está em constante busca por soluções tecnológicas visando a segurança aérea, o lucro das empresas e o bem-estar de seus clientes. O equipamento conhecido como EFB – informação aeronáutica em formato digital – surge como um moderno, potente e indispensável acessório introduzido pela indústria de aviação e hoje largamente utilizado pelas grandes empresas aéreas em suas frotas mais modernas.

O equipamento atende a uma das demandas de planilha de custos – a redução do peso da farta documentação física em papel (cartas de voo, manuais operacionais, material de despacho de voo, formulários etc.) – e à necessidade de se compatibilizar a atividade aérea com a preservação ambiental, princípio central do desenvolvimento sustentável.

Sua interação com o aparato eletrônico, apesar de inicialmente ter gerado receios na comunidade aeronáutica, ganhou a confiança de seus usuários, quais sejam, empresas aéreas e seus pilotos. Foi dado conhecer, ainda, como ocorrem o treinamento e a adaptação dos tripulantes, ao tempo em que se apontou que os EFB diminuem a carga de trabalho dos pilotos e aumentam o tempo disponível a ser direcionado para o gerenciamento de outros sistemas relevantes.

Destaca-se, em acréscimo a todos os benefícios apontados, que a preocupação global em prol do desenvolvimento sustentável é, por certo, contemplada com a implantação dos EFB, tanto do ponto de vista da eliminação ou drástica redução do papel impresso utilizado nas operações como sob a ótica da redução da emissão de poluentes na atmosfera. Com efeito, ao se diminuir o peso das aeronaves com a eliminação do papel, há uma menor demanda de potência dos motores, que, por sua vez, consumirão menos combustível; com isso, toneladas de gases poluidores deixarão de ser jogados na atmosfera. Ao considerarmos empresas com mais

⁶ *Narrow-body aircraft*: aeronave de fuselagem estreita que possui apenas um corredor em sua cabine, com assentos de passageiros divididos em dois grupos axiais, geralmente usadas para voos domésticos.

⁷ *Wide-body aircraft*: aeronave de fuselagem larga que possui uma cabine de passageiros com três divisões de assentos para seus ocupantes, geralmente utilizada em voos de longa duração.

de 50 aeronaves de médio ou grande porte voando nos céus do planeta, os números são significativos.

Destarte, é desejável o investimento nessa lógica de voar, não só por parte dos operadores de aeronaves, mas também das fabricantes, visando, cada vez mais, a evolução dos EFB. Para tanto, sugere-se a certificação ampla de tais dispositivos e sua adoção irrestrita tanto em aeronaves executivas como nas do transporte aéreo regular (aviação comercial). Aparentemente, trata-se de mais uma conquista da persistência humana em favor da segurança aérea e da saúde do planeta, e, como toda melhoria, um forte argumento para validar a importância da continuidade de estudos relacionados ao setor.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Uso de informação aeronáutica em formato digital – Electronic Flight Bag (EFB)**. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-91-002/@@display-file/arquivo_norma/IS91-002D.pdf>. Acesso em: 8 set. 2020.

AEROMAGAZINE. **Azul recebe certificação para EFB**. Aviação comercial. 2012.

Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/azul-recebe-certificacao-para-efb_281.html>. Acesso em: 20 set. 2020.

ATEŞ, S. S. **Electronic Flight Bag in the Operation of Airline Companies: application in Turkey**. Disponível em: <<http://www.hrpub.org/download/20170930/CSIT2-13509691.pdf>>.

Acesso em: 9 set. 2020.

BOEING. **Electronic Flight Bag**. Disponível em:

<http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_23/EFB.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

CAREY, S. **IPads help airlines cast off costly load of paper**. Disponível em:

<<https://www.wsj.com/articles/SB10001424127887323998604578567720762762606?ns=prod/accounts-wsj>>. Acesso em: 8 set. 2020.

CHANDRA, D. C. et al. **Human Factors considerations in the design and evaluation of Electronic Flight Bags (EFB)**. 2003. Disponível em: <

https://pdfs.semanticscholar.org/3708/ac0b316f631f0e5a4f2fe37a6c574ce670d4.pdf?_ga=2.219893401.1827352363.1599057370-1711892725.1599057370>. Acesso em: 3 set. 2020.

CHANDRA, D. C.; KENDRA, A. **Review of safety reports involving Electronic Flight Bags**. 2009. Disponível em: <https://corescholar.libraries.wright.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=isap_2009>.

Acesso em: 23 set. 2020.

FAA. **Aeronautical Chart Users' Guide**. Disponível em:

<https://www.faa.gov/air_traffic/flight_info/aeronav/digital_products/aero_guide/media/editions/16Jul2020/cug-complete.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

_____. **Aeronautical Decision-Making.** Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/04_phak_ch2.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

_____. **AC120-76 – Authorization for Use of Electronic Flight Bags.** Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1032166>. Acesso em: 1 set. 2020.

FITZSIMMONS, F. **The electronic flight bag: a multi-function tool for the modern cockpit.** Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a455315.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2020.

FLIGHT SAFETY. **‘Paperless Cockpit’ Promises Advances in Safety, Efficiency.** Disponível em: <https://flightsafety.org/wp-content/uploads/2016/10/fsd_june05.pdf>. Acesso em: 2 set. 2020.

HADDOCK, K. N.; BECKMAN, W. S. **The effect of Electronic Flight Bag use on pilot performance during an instrument approach.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284803353_The_Effect_of_Electronic_Flight_Bag_Use_on_Pilot_Performance_during_an_Instrument_Approach>. Acesso em 2 set. 2020.

IATA. **Guidance material for the implementation of paperless aircraft operations in technical operations.** Disponível em: <<https://www.iata.org/contentassets/fafa409c883d41198aeb87628c848851/paperless20aircraft20operations20in20technical20operations20-20guidance20material20for20implementation.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2020.

ICAO. **Annex 1 to 18.** Disponível em: <https://www.icao.int/safety/airnavigation/NationalityMarks/annexes_booklet_en.pdf>. Acesso em: 1 set. 2020.

LYTLE, D. **Pilot Perception of Electronic Flight Bags at Part 121 Air Carriers.** Disponível em: <<https://commons.und.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1360&context=theses>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

MADALENO, A. E. U. **Estudo da viabilidade de redução do erro humano nas atividades de manutenção recorrendo a Electronic Flight Bag.** 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica) – Universidade da Beira Interior. Covilhã, Portugal, 2017. Disponível em: https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/7917/1/5434_10915.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

NASA. **Human Factors of Flight-Deck Checklists: the normal checklist.** Disponível em: <https://ti.arc.nasa.gov/m/profile/adevani/Flight-Deck_Checklists.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

OPHEIM; J. B.; SOLGÅRD, R. C. **Flight Safety Implications associated with the use of Electronic Flight Bags by Norwegian Operators.** Disponível em: <<https://nordopen.nord.no/nordxmlui/bitstream/handle/11250/2618967/SolgaardogOpheim.pdf?sequence=2>>. Acesso em: 17 set. 2020.

RIFKIN, J. **A Terceira Revolução Industrial.** Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=AoVTLgEACAAJ&dq=terceira+revolu%C3%A7%C3%A3o+industrial>>

3%A3o+industrial+jeremy+rifkin&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwifyNemitToAhWzGLkGHTjwBNoQ6AEIKDAA>. Acesso em: 31 ago. 2020.

ROTEIA, J. R. C. **Gestão da mudança na implementação do Electronic Flight Bag nas operações de um operador de linha aérea.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica) – Universidade da Beira Interior. Covilhã, Portugal, 2017, 133p.

SEAMSTER, T. L.; KANKI, B. G. **Beyond Electronic Flight Bag (EFB) Approval: Improving Crew Performance.** Disponível em: <https://corescholar.libraries.wright.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1109&context=isap_2007>. Acesso em: 10 set. 2020.

SKYBRARY. **Quick Reference Handbook.** 2017. Disponível em: <[https://www.skybrary.aero/index.php/Quick_Reference_Handbook_\(QRH\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Quick_Reference_Handbook_(QRH))>. Acesso em: 5 set. 2020.

SUPPIAH, S. **Impact of Electronic Flight Bag on Pilot Workload.** Disponível em: <<https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1142&context=student-works>>. Acesso em: 23 set. 2020.

SWEET et al. **The comparative benefits and hazards of EFB and paper documents in the cockpit.** Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1541931213601490>>. Acesso em: 16 set. 2020.

TECHAU, E. T. **General Aviation Pilot Acceptance and Adoption of Electronic Flight Bag Technology.** Disponível em: <<https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1422&context=edt>>. Acesso em: 16 set. 2020.

VIANNA, C. T. **Pesquisa e metodologia científica: classificação das pesquisas científicas.** Disponível em: <tabajara@ifsc.edu.br>. Acesso em: 20 out. 2020.