

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

OS DESAFIOS DO PILOTO DIANTE DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

GOIÂNIA
2020

ITALO MATHEUS SILVA DOS SANTOS LIMA

OS DESAFIOS DO PILOTO DIANTE DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

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

Professor Orientador: Me. Raul Francé Monteiro.

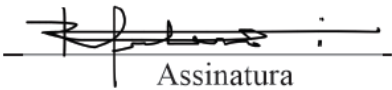

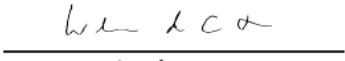
GOIÂNIA
2020

ITALO MATHEUS SILVA DOS SANTOS LIMA

OS DESAFIOS DO PILOTO DIANTE DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

GOIÂNIA – GO, 23/11/2020.

BANCA EXAMINADORA

Me. Raul Francé Monteiro	 Assinatura	CAER/PUC- GO	<u>9,6</u> Nota
Me. Reinaldo M. Del Fiaco	 Assinatura	IME	<u>9,6</u> Nota
William de Carvalho Xavier	 Assinatura	CAER/PUC- GO	<u>9,6</u> Nota

Dedico este trabalho a minha irmã Hellen Kályta (in memoriam) e a minha família que sempre me apoiaram e instruíram-me para que eu pudesse atingir os meus objetivos.

OS DESAFIOS DO PILOTO DIANTE DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

THE CHALLENGES OF THE PILOT BEFORE TECHNOLOGICAL INNOVATIONS

Italo Matheus Silva dos Santos Lima¹

Raul Francé Monteiro²

RESUMO

O tema deste estudo relaciona-se ao desafio do piloto, em especial aquele em atividade na aviação comercial, diante das inovações tecnológicas continuamente proporcionadas pela indústria aeronáutica mundial. Estudos demonstram que a indústria atendeu às demandas do setor e auferiu um desenvolvimento tecnológico significativo ao longo dos anos; contudo, identificou-se que a formação dos aviadores aceita como válidos os mesmos valores e fundamentos da formação (tanto inicial como a continuada) por décadas praticada, além de deixar essa qualificação e a relação com as modernas aeronaves a cargo das empresas aéreas, que, muitas vezes não oferecem os conhecimentos desejáveis. Nesse sentido, com as novas tecnologias, o monitoramento dos voos passou a ser tarefa primordial do piloto, o que demanda a revisão da formação desse profissional no que diz respeito, em especial, aos fatores humanos nas relações homem/máquina, como forma ideal compreender o processo operacional como um todo, a partir da introdução de uma matriz curricular que leve em conta as habilidades e competências desejáveis por meio da assimilação de conhecimentos teóricos em conjunto com o exercício de práticas simuladas. Para sustentar a hipótese delineada, o trabalho analítico ora empreendido utiliza-se do método científico hipotético-dedutivo e imerge em pesquisas bibliográficas por meio da leitura de especialistas, como Henriqson, Carim Júnior, Ferreira, Neris Junior, Monteiro, entre outros, que transmitem em seus estudos interessantes interpretações sobre o fator humano e a automatização aeronáutica. Ao final, evidencia-se que o avião moderno deve atuar como programador, gerenciador e intérprete fluente dos sistemas que se inter-relacionam e compõem os diversos níveis de automação. Este processo requer conhecimentos para além das habilidades técnicas, dando ênfase ao desenvolvimento de habilidades não técnicas e valorizando os fatores cognitivos úteis para a interpretação da máquina e dos fatores humanos que fazem parte da operação. O atual ambiente de trabalho aeronáutico valoriza o potencial interpretativo, a rapidez de raciocínio para tomada assertiva de decisões, os aspectos da liderança no relacionamento com os seus pares e a formação continuada visando um processo ininterrupto de desenvolvimento.

Palavras-chave: fator humano; processo evolutivo; treinamento; cognição; segurança.

ABSTRACT

The theme of this study is related to the pilot's challenge, especially the ones in activity in commercial aviation, given the technological innovations continuously provided by the world aviation industry. Studies show that industry has met the sector's demands and achieved significant technological development over the years; however, it was identified that aviators' training accepted as valid the same values and fundamentals of training (both initial and continuing) practiced for decades, in addition to leaving this qualification and the relationship

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO). Endereço eletrônico: italomatheus15@hotmail.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.

with modern aircraft in the hands of the airlines, which , often do not offer the desirable knowledge. In this sense, with new technologies, flight monitoring has become a primary task of the pilot, which requires a review of the training of this professional with regard, in particular, to human factors in man / machine relations, as an ideal way to understand the operational process as a whole, from the introduction of a curricular matrix that takes into account the desirable skills and competences through the assimilation of theoretical knowledge in conjunction with the exercise of simulated practices. To support the hypothesis outlined, the analytical work now undertaken uses the hypothetical-deductive scientific method and immerses itself in bibliographic research through the reading of specialists, such as Henriqson, Carim Júnior, Ferreira, Neris Junior, Monteiro, among others, who transmit in his studies interesting interpretations of the human factor and aeronautical automation. In the end, it is evident that the modern aviator must act as a fluent programmer, manager and interpreter of the systems that interrelate and make up the different levels of automation. This process requires knowledge beyond the technical skills, emphasizing the development of non-technical skills and valuing the cognitive factors useful for the interpretation of the machine and the human factors that are part of the operation. The current aeronautical work environment values the interpretive potential, the speed of reasoning for assertive decision-making, the aspects of leadership in the relationship with peers and the continuous training aiming at an uninterrupted development process.

Keywords: *human factor; evolutionary process; training; cognition; safety.*

INTRODUÇÃO

Este estudo debate o desafio do piloto frente às novas tecnologias embarcadas em aeronaves de última geração, que demandam aeronautas adequadamente preparados para o seu gerenciamento. Com efeito, compreender a filosofia proposta pelos sistemas e a relação entre os componentes do *cockpit*, sempre antecipando-se mentalmente à dinâmica de um voo e suas possibilidades, requer ao profissional – principiante ou não – novos conhecimentos, necessários ao desejável equilíbrio da interação homem-máquina-meio (FAY; FONTES, 2016).

Com a mudança do paradigma analógico para o digital e o constante avanço da automatização das aeronaves, levantou-se a necessidade de aprimoramento do nível de alerta dos aeronautas de modo que estes estejam de fato aptos a assumir a operação em caso de deficiência do sistema matemático, baseado nos bancos de dados. Considerado este cenário, o presente trabalho objetiva apontar os desafios – e parte da solução – a que os pilotos estão expostos, uma vez que a indústria aeronáutica, ao atender às demandas postas, constantemente coloca em curso novos processos a serem absorvidos por esses profissionais (PASSAGLIA, 2016).

Nesse contexto, os cursos superiores voltados à formação de pilotos assumem importante papel e constituem-se no ambiente ideal a uma capacitação baseada em

conhecimentos e habilidades/competências, com desejável ênfase às habilidades cognitivas, oferecendo aos alunos, desde os primeiros momentos, preferencialmente, o contato com os simuladores de voo de aeronaves simples ou mesmo de última geração, para que possam vivenciar situações cada vez mais próximas das reais, ferramenta está capaz de os conduzir, com mais eficiência, a partir do universo simulado, ao ambiente da sofisticação e responsabilidades das cabines de comando (MONTEIRO, 2007).

Para tanto, o estudo foi dividido em duas seções, sendo a primeira responsável por demonstrar o problema identificado e a segunda por apresentar as possibilidades e os caminhos destinados a solucionar a complexidade da relação homem-automação, no contexto aeronáutico.

Evidencia-se, ao final, que a crescente tecnologia embarcada exige um piloto que, para além de conduzir a aeronave ao seu destino, desenvolva um trabalho consciente e integral, capaz de garantir a solução e a segurança operacional em situações adversas em um ambiente onde tudo parece ocorrer à perfeição e os caminhos já estão descritos, bastando colocá-los em prática (GOMES, 2019).

Quanto à sua classificação ou identidade, o estudo é tido como básico, pois, muito embora não proponha soluções imediatas, procura reunir conhecimentos de fontes diversas a fim de apontar caminhos. Possui, ainda, caráter exploratório, visto que busca na delimitação do tema uma orientação metodológica que oportunize alinhar conteúdos na construção ou formula hipóteses justificáveis. Quanto à abordagem, a pesquisa expõe dados qualitativos a partir de pesquisas bibliográficas realizadas em artigos científicos e obras produzidas por autores como Henriqson, Carim Júnior, Ferreira, Neris Junior, entre outros, que possibilitaram o aprofundamento acerca da interação entre piloto e a automação, a fim de dar concretude à hipótese formulada.

O método utilizado foi o hipotético-dedutivo para demonstrar os avanços tecnológicos da automação de aeronaves e seus consequentes desafios, tudo a evidenciar o papel decisivo dos aeronautas (pilotos) na relação homem-máquina, em que ele – homem – se estabelece como figura central no processo decisório a bordo. Sobre a metodologia, Ruiz (1985) sintetiza:

O objetivo da Metodologia Científica é tomar os neo-universitários pela mão e caminhar ao seu lado, acompanhando-os em seus primeiros passos de vida universitária, indicando o caminho certo na procura do saber superior, iluminando problemas para que melhor possam vê-los a assumir e a desenvolver hábitos de estudo e técnicas de trabalho que tornem realmente produtivos os anos de vida universitária, tão preciosos e, não raro, tão mal aproveitados (RUIZ, 1985. p. 16)

1 EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO NO MEIO AERONÁUTICO E O HOMEM

As revoluções industriais têm seu histórico marcado por quebras de paradigmas que sempre inseriam na sociedade novos modelos tecnológicos capazes de transformar o pensamento, a economia, a política, a cultura, o ambiente e o cotidiano das pessoas. Por certo, a evolução humana e o incessante desejo pela inovação fizeram com que a sociedade como um todo se desenvolvesse e com que novas ferramentas tecnológicas surgissem, partindo sempre do princípio de que aquilo até então em uso pode rapidamente estar ultrapassado. A título de exemplo, citam-se os produtores de cana-de-açúcar que utilizavam considerável mão de obra, por vezes até escrava, e que, paulatinamente, foram substituídas por maquinário agrícola apropriado, oferecendo mais aproveitamento das lavouras e lucro ao setor (PASQUINI, 2020), além de reduzir os danos ambientais advindos da queima adotada na colheita manual.

A indústria aeronáutica, por sua vez, também convive com as demandas provocadas pelas máquinas voadoras, pois desde a aeronave criada por Santos-Dumont (o 14-Bis), nos idos de 1906, a necessidade e o anseio de desenvolvimento estão sempre presentes. Essa atividade prossegue em busca de alternativas em um “moto contínuo” de melhorias, que, a cada passo, modifica o cenário do sistema ao qual está integrada (MONTEIRO, 2007).

A década de 1940 foi um marco nesse sentido. Com as dificuldades propostas pela baixa visibilidade do inverno europeu, a Grã-Bretanha começou a desenvolver o sistema de pouso com o auxílio do piloto automático, o que mudaria a operação das aeronaves pelo mundo (COELHO; SILVA, 2013). Monteiro descreve essa mudança:

Se os anos 1920 são vistos como o momento histórico onde se delinearam as primeiras empresas aéreas, o oferecimento de melhores serviços para evoluir em meio à concorrência justificava as solicitações feitas aos fabricantes que, assim, continuamente, solicitaram melhoras nas concepções tecnológicas das aeronaves, voltadas a itens como o aumento na velocidade, economia dos motores, facilidades de manutenção, maior segurança etc. (MONTEIRO, 2007, p. 30).

Desse modo, o desenvolvimento no meio aeronáutico pode ser visto como uma necessidade social em busca de segurança, economia e defesa do meio ambiente e ocorre com vantagens significativas e, nesse contexto, o piloto passa a ser não mais uma questão de gênero ou força física, mas de intelecto.

A busca contínua por novos materiais com características de leveza propiciou, ainda, o universo dos materiais compostos que exigem menor potência, geram economia de combustível, permitindo que se realizem voos mais longos, e diminuem a quantidade dos gases liberados na atmosfera, causando, desse modo, menos danos ao meio ambiente, mas também

trazem uma nova cultura operacional e comportamental para os seus tripulantes (LEMOS, 2012).

Tal processo pode ser identificado com clareza quando do surgimento das aeronaves de motores à reação (jatos) que utilizavam quatro motores: os Boeing 707, produzidos entre 1958-1979, e os Boeing-747-200, fabricados comercialmente a partir de 1969. Ambos contavam com uma tripulação numerosa: no mínimo dois pilotos, o engenheiro de voo, um navegador e um rádio operador de voo (no caso do B-707), demandando uma grande carga de trabalho para o comandante. Segundo Monteiro (2007), a evolução do B-747 trouxe mais tecnologia de *cockpit* e, com as novas configurações, as figuras do navegador e do rádio operador deixaram de existir, sendo substituídas por uma moderna divisão sistematizada do trabalho, cujo funcionamento era conhecido por toda a tripulação de voo, que, por sua vez, apenas recebia um *briefing* entregue pelo comandante antes do início dos voos e tudo prosseguia sem maiores questionamentos ou reflexões (*idem*).

A nova tecnologia, portanto, propunha – e ainda propõe – uma alteração sistemática de alguns procedimentos. Considerando essa nova configuração de trabalho – que reduziu a carga motofísica, mas, por outro lado, aumentou a carga de gerenciamento –, era imperioso dominar as alterações e os conhecimentos relacionados ao comportamento da cabine de comando. Para o comandante, o alerta situacional tornou-se primordial: mais que o “mero” monitoramento do voo, era necessário gerenciar as próprias tarefas e estar atento às atividades dos companheiros e subordinados técnica e operacionalmente falando (FERREIRA, NERIS JUNIOR, 2018).

Assim, a máquina evoluía a passos largos ao longo das décadas, mas o que fazer com seus operadores? A resposta, aparentemente simples, é investir no preparo intelectual, mas a cada aprimoramento tecnológico e humano, um novo passo em uma atividade que exigia maior segurança.

Com efeito, as atribuições iniciais dos pilotos modificaram-se sensivelmente na virada do Século XXI com a indústria de serviços, conhecida como transporte aéreo regular, que contemplou a necessidade de adoção de custos baixos e de promoção de alta segurança, impelindo as empresas operadoras a buscarem aeronaves superiores para melhor atender às suas aspirações de mercado e a de seus usuários. Essa busca pela qualidade em todos os níveis é dotada de um caráter obsessivo, pois há um mercado cada vez mais exigente a ser atendido (GOMES, 2019).

Tais avanços, de efeito, demandam à tripulação um nível de conhecimento mais elevado e que seja composta por pessoas adaptáveis e com alto potencial de aprendizagem para a relação que se estabelecerá com o complexo equipamento. Isso fez com que as grandes empresas

passassem a exigir, entre outras competências, a fluência no idioma inglês, treinamentos mais avançados em habilidades não técnicas, e em alguns casos, como diferencial não obrigatório, a formação superior para o acesso às grandes empresas (FERREIRA; NERIS JUNIOR, 2018).

Sabe-se que, em relação à concepção e à construção da aeronave, cada passo do projeto é meticulosamente estudado, a iniciar-se pela escolha da equipe de gestão do processo. Após finalizadas as etapas de estudos preliminares, conceituais e detalhados, o equipamento é projetado para testes no ambiente de realidade virtual, antes da confecção da primeira peça física.

Nessa fase, as empresas interessadas são convidadas a enviar seus melhores pilotos para testarem o voo da máquina naquele ambiente e, apenas após os *feedbacks*, será trabalhada a primeira chapa metálica ou cablagem necessárias para a fabricação e montagem. Neste momento, apesar de a aeronave ainda não existir, o procedimento dentro da cabine requer estratégias de como lidar com o futuro, e, desse modo, a operação dos pilotos já estará sendo trabalhada, minimizando a possibilidade de erros. Todas essas estratégias estão relacionadas ao desenvolvimento de habilidades comportamentais do piloto, que devem ser prestigiadas para fazer frente à toda essa evolução tecnológica (COELHO, SILVA, 2013).

1.1 DESENVOLVIMENTO COMPORTAMENTAL DO PILOTO DIANTE DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Conforme o Manual de Facilitador em CRM (Gerenciamento de Recursos de Cabine) da ANAC, a aviação está apoiada em dois pilares principais: a Tecnologia e os Fatores Humanos. O segundo elemento é decisivo para lidar não somente com todas as fases do voo, mas também, e principalmente, com o imprevisível, enquanto o primeiro – a automação (tecnologia) – é tida como aquela capaz de diminuir as atividades braçais da tripulação, com vistas a lhe oferecer mais tempo para as decisões.

O tripulante inicia a operação energizando e programando a aeronave; a partir de então, a automação assume a maior parte das tarefas, restando ao aviador as responsabilidades afetas às modificações que venham a ocorrer, mas sempre contando com o auxílio dos computadores, constituindo um conjunto operacional que eleva a qualidade das operações, a segurança e o bem-estar de todos a bordo (MARTINS, 2010).

Silva (2019) afirma que com a modernização das frotas, os pilotos passaram a confiar na automatização, eximindo-se, de certo modo, de suas responsabilidades originais ao voar, atividades manuais outrora conhecidas como “pé e mão”, em uma referência ao ato de pilotar

com as habilidades pessoais motoras. Contudo, a ideia de atenuação das responsabilidades é equivocada, à medida que a manutenção e o aprimoramento do nível de alerta do piloto continuam sendo primordiais para eliminar-se o erro. Assim, a relação homem-máquina adquiriu um caráter de equipe, complexo e multifacetado, para atender às novas propostas relacionadas à segurança, aos custos e até mesmo na “arte” de conduzir uma aeronave.

Vale destacar que as aeronaves mais antigas tinham em seus painéis acúmulo de informações a serem tratadas e analisadas, como pode ser visto na figura 1 (anexo), que traz a imagem de um Boeing 737-200 (de 1968), tornando o ambiente quase inóspito e mais susceptível à perda de foco, além de confundir as prioridades e dificultar a administração de dados (MONTEIRO, 2007). Isso demandava uma grande carga de trabalho, que, com o passar do tempo, foi facilitada com a implantação dos *displays* de múltiplas funções, como se observa na figura 2, do Boeing 737-Max (anexo). O piloto, assim, escolhe o que quer analisar e depois modifica a página do *display* conforme as necessidades.

Desta maneira, a partir da transformação dos mostradores resumidos nesses *displays*— permitindo que apenas o comandante e seu primeiro oficial cuidem da operação de máquinas mais modernas –, surgiram expressões como “cabine estéril³” e “filosofias de segurança de voo⁴”. Dito de outro modo, as funções ofertadas nas cabines de comando migraram para a interpretação de símbolos, códigos de cores e palavras abreviadas da língua inglesa, enquanto a operação manual vai sendo relegada basicamente a pousos e decolagens, o que também nem sempre será necessário (MONTEIRO, 2007).

Assim, a tecnologia oferece suporte ao ser humano e potencializa as funções matemáticas próprias de sua identidade, com conseqüente melhoria do processo de voar. Contudo, os profissionais da cabine de comando estarão sempre em alerta para qualquer evento fora do previsto.

Um piloto precisa manter seu nível de consciência situacional sempre elevado, e isto não se trata apenas da sua posição durante o voo, mas também de elementos internos da cabine de comando, status dos sistemas, condições ambientais, orientação espacial da aeronave e relação ao terreno, em relação a outros tráfegos, e ao espaço aéreo (SILVA, 2019, p. 19).

³ Significa a suspensão total de qualquer atividade que não tenha relação com o voo, utilizando como limite a altitude de 10.000 pés (LITO, 2012).

⁴ A segurança de voo pretende, via proposição de medidas preventivas ou corretivas adequadas, contribuir para a salvaguarda do potencial operacional de uma empresa por meio da conservação dos recursos humanos, materiais e financeiros (KOCH, s/d).

Exemplo da importância atribuída ao fator humano baseado em conhecimentos adquiridos nas experiências conhecidas, é o ocorrido no voo 32 do comandante Richard de Crespgny, em 4 de novembro de 2010, em um Airbus 380, que, após decolar do aeroporto de Changi, nas Filipinas, , teve um dos motores explodido no ar (MARTINS, 2010).

Analisar o comportamento humano, portanto, tem sua relevância ao possibilitar a construção cuidadosa do perfil profissional, contribuindo para o bom resultado de cada voo e para a mitigação dos acidentes e incidentes. Machado e Ribeiro (2016, p. 56) atestam que “essa importância é ilustrada pela interação dinâmica entre o sistema social e técnico na Aviação Comercial (que vive em constante transformação por meio da implementação de novas tecnologias e procedimentos)”. O *cockpit*, naturalmente, é um ambiente carregado pelo complexo decisório, carga de trabalho e pode tornar-se estressante, razão pela qual deve ser considerado como espaço propenso à acertos e erros, em que basta a inobservância momentânea de qualquer alerta para que barreiras de segurança sejam penetradas, colocando a segurança do voo em risco e, em casos extremos, ocasionando incidentes e acidentes.

1.2 ACIDENTE COM AIRBUS – AIR FRANCE 296

Em 26 de junho de 1988, como parte da política de promoção da aeronave A-320, da indústria Airbus, em consórcio com a empresa aérea francesa Air France, foi realizado um voo (296) – com 6 tripulantes e 130 passageiros – de demonstração do desempenho do moderno jato de passageiros, durante show aéreo na cidade de Habshiem, na França. O sistema *Fly by Wire*⁵ (FBW) da aeronave – que aumentava a eficiência das sofisticadas e computadorizadas superfícies de comando de voo, diminuindo o peso do equipamento – deveria trazer mais apoio aos pilotos e segurança para a operação (BEA, 1989).

Como previsto, o comandante fez o *briefing* com o seu primeiro oficial. A aeronave deveria realizar duas passagens sobre o aeroporto Mulhouse-Habsheim, a primeira com o trem de pouso e os *flaps* baixados. O comandante colocaria a aeronave a um ângulo máximo de ataque permitido pelo sistema de controle de voo do A320, o que possibilitaria uma passagem a baixa velocidade a uma altura de 100 pés; em seguida, fariam uma segunda passagem com a

⁵ *Fly-by-wire* é um sistema que substitui os comandos de voo convencionais de uma aeronave, operados via cabos mecânicos e polias, por uma interface eletrônica. Os movimentos realizados nos controles pelo piloto são convertidos em sinais transmitidos por cabos elétricos (daí a origem do termo), e computadores dedicados determinam o quanto os atuadores de cada uma das superfícies de comando devem mover-se, a fim de alcançar a resposta demandada (SPITZER, 2001, p. 12-13).

aeronave limpa e em alta velocidade (BEA, 1989). Entretanto, as coisas não saíram como o esperado e ocorreu a queda da aeronave com três vítimas fatais e mais de 40 feridos.

O BEA (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile), órgão do governo francês responsável pela investigação de acidentes aeronáuticos, identificou uma série de fatores que levaram ao acidente, a principal delas, falhas do fator humano, que culminou na queda, como dito, a morte e a destruição total da aeronave (BEA, 1989, p. 58). O BEA elencou alguns pontos acerca do acidente em questão:

- a. Os dois pilotos ocupavam cargos de gestão na Air France e participaram, em várias etapas, do ingresso do A320 na frota aérea da empresa;
- b. A preparação do voo foi considerada insuficiente, principalmente devido à apresentação tardia do *briefing* e das informações sobre o *airshow*;
- c. O A320, com recursos novos à época, pode ter inspirado algum excesso de confiança ao comandante.

“A Comissão de Investigação observou que o voo que levou ao acidente foi brevemente preparado sem uma consulta real entre os departamentos envolvidos, ou com a tripulação.” (BEA, 1989, p. 61, tradução nossa). A falta de observância e a pouca experiência dos pilotos no novo modelo da aeronave, dotada de um novo sistema a bordo, foram fatores decisivos para o acidente, pois a comissão de investigação não detectou qualquer anormalidade na aeronave, mas sim a violação e os erros por parte do piloto em comando quanto ao manuseio da nova máquina (DUARTE, 2015).

Verifica-se com o ocorrido que o desenvolvimento do aeronauta e a importância de realizar todos os procedimentos antes e durante o voo são peças importantes. Dito de outro modo, a automação da aeronave não pode servir de ferramenta para que o piloto negligencie de suas funções dentro da cabine de comando.

1.3 ACIDENTES COM O BOEING 737-MAX-8 – LION AIR 610 E ETHIOPIAN AIRLINES 302

No início dos anos 2000, a empresa norte-americana Boeing, em confronto com as modernas tecnologias implementadas por sua concorrente a indústria Airbus com a família de jatos A320Neo, optou pelo aprimoramento de seu sucesso comercial, o Boeing 737. Surgiam, então, novas versões para toda a família 737 com a composição MAX, partindo de uma evolução tecnológica histórica descrita desde os primeiros Boeing 737-100, no ano de 1965. Esta evolução pretendia introduzir maior conforto e segurança para a tripulação e seus

passageiros, tornando as aeronaves mais silenciosas, menos poluentes e mais econômicas (CRUZ; DIAS, 2020).

No entanto, após um ano de operações com o 737-MAX-8 dois acidentes ocorreram, o primeiro em outubro de 2018 e o outro em março 2019, acidentes esses que retratam bem as dificuldades de desenvolvimento da nova máquina. Os acidentes com o Boeing 737-8 MAX, levaram a óbito 346 passageiros e em decorrência a fabricante se viu pressionada a manter em terra todos os 737-Max, seus e de seus clientes, pois em relatórios preliminares já se suspeitava de alguma falha nos sistemas operacionais da aeronave, e que o mesmo poderia se estender a todas as outras aeronaves (CRUZ; DIAS, 2020).

Em outubro de 2019, a *Komite Nasional Keselamatan Transportasi* (KNKT) – comitê de investigação de acidentes aéreos da Indonésia que investigou o primeiro acidente da empresa Lion Air –, divulgou o Relatório Final do primeiro acidente que detectou erros, tanto no fator humano que levou à violação do CRM quanto nas falhas no *software* do MCAS⁶ da aeronave. A pressa da Boeing em lançar no mercado uma aeronave tão sofisticada que concorresse com o Airbus A320Neo fez a indústria tentar acelerar o processo de certificação da aeronave, com o apoio da *Federal Aviation Administration* (FAA).

A KNKT (2019) elenca diversos fatores no processo de certificação da aeronave que levaram ao acidente. Dois deles merecem destaque:

- a. A ausência de orientação sobre o MCAS e o uso mais detalhado de *trim* nos manuais de voo e no treinamento da tripulação de voo tornaram mais difícil às tripulações de voo responderem adequadamente ao MCAS não comandado;
- b. Durante o projeto e a certificação do Boeing 737-8 MAX, foram feitas suposições sobre a resposta da tripulação de voo a defeitos que, embora consistentes com as diretrizes atuais da indústria, revelaram-se incorretas (KNKT, 2019).

Estes dois fatores foram suficientes para que a situação culminasse no acidente fatal. O KNKT (2019) ressalta que o MCAS foi um novo recurso introduzido no Boeing 737-8 (MAX) para aprimorar as características de *pitch* com *flaps* para cima durante o voo manual em ângulos de ataque elevados. No entanto, a investigação considerou que o *design* e a certificação deste recurso eram inadequados. Fica evidente que quando não se tem uma certificação rigorosa e quando todos os testes possíveis – entre eles, o que leva em consideração o fator humano – não são realizados de forma eficiente, o piloto, não compreendendo uma eventual falha na

⁶ O MCAS (*Maneuvering Characteristics Augmentation System*) é um sistema de segurança automático que realiza correções em caso de violação de determinados parâmetros em manobras de mudança de altitude e direção.

automação da aeronave (o que naturalmente não está previsto no manual), fica lutando contra algo que, possivelmente, não conseguirá vencer.

2 FATORES COGNITIVOS NA ATIVIDADE DO PILOTO

O contínuo desenvolvimento das aeronaves neste início de século foi decisivo para a revisão da formação dos novos pilotos. Agora idealiza-se um profissional preparado para o seu potencial cognitivo e melhores relações do comportamento, além de todo o arcabouço técnico que já lhe era exigido. A formação intramuros das universidades e das escolas preparatórias precisa refletir um profissional que independe de gênero e de força física, mas tenha saúde preparada para uma profissão cheia de alternâncias. Agora o piloto não apenas pilota, mas também gerencia sistemas de automação. O passado parece distante diante das novas possibilidades. A formação técnica, indubitavelmente, continua presente, mas, para além do que se pretendia nas bancas examinadoras da ANAC, evoluiu para novos contextos de formação e qualificação, com foco em um aeronauta com conhecimentos amplos: um tipo de ser humano “ideal”, para além das técnicas de pilotagem (HENRIQSON et al., 2009).

Nesse sentido, cabe ilustrar que em 1993, uma parceria entre a VARIG (na época, a maior companhia aérea do Brasil) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul criou o primeiro curso de Ciências Aeronáuticas do Brasil. O curso nasceu inspirado em um modelo existente nos Estados Unidos, da Universidade *Embry-Riddle*, referência em cursos voltados apenas para a área aeronáutica. A empresa aérea em questão evoluiu em busca de aprimoramento de seus conhecimentos, pois já formava os seus pilotos na Escola VARIG de Aviação (EVAER) e sentia a necessidade de preparar os seus aviadores nos mesmos padrões de empresas aéreas como a *Pan American*, *Lufthansa* e outras que possuíam seus próprios cursos superiores na área de aviação. Mais do que pilotos profissionais, desejava-se pessoal habilitado nos processos e procedimentos de gestão, pois a nova realidade do modal aéreo demandava tal qualificação com amplo conhecimento para ajustar-se às modernas aeronaves, mas sobretudo, ao mercado, com a compreensão profusa dos modelos utilizados na administração de setores operacionais de uma empresa aérea (FAY; FONTES, s/d).

Com a chegada da formação superior, os acadêmicos candidatos aos novos *cockpits* tinham a responsabilidade de buscar o novo e as pesquisas não trabalhadas no Brasil; de entender o casamento entre a técnica de pilotagem e os comportamentos profissionais repletos de conhecimento humanizado; de contemplar mais do que *hard skills* (técnica) para investir nas *soft skills* (comportamento e relacionamento humano); e de vivenciar a imersão em conteúdos

não exigidos para as formações anteriores, mas que agora eram propostos nas matrizes curriculares, tudo em conformidade com o previsto nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ministério da Educação (MEC). Se a tarefa é operar aeronaves modernas, é necessário interpretar os fatores humanos – parceiros da automação –, pois são eles que dão concretude à atividade, em busca da identificação de situações limítrofes (FAY; FONTES, s/d).

A relevância dos conhecimentos para além do que é técnico é encaminhada, principalmente, para o desenvolvimento de habilidades cognitivas como percepção, atenção, memória, tomada de decisão, resposta motora, entre outras essenciais ao trabalho de um aeronauta. Agora, este profissional é recoberto de nova malha de atribuições que colocam a si, aos seus pares e aos passageiros em posição de segurança. Presumivelmente, tudo que o aviador quer é não se tornar fator de risco em uma cabine de comando. Sobre o risco, Henriqson et al. (2009) mencionam que:

A incerteza decorre da falta de informações que permitam antecipar os estados futuros do sistema. Já o risco pode decorrer de subfatores como a irreversibilidade e a pressão temporal que, por sua vez, é definida pelo tempo disponível para o operador tomar decisão e agir sobre o sistema (2009, p. 2).

A segurança, assim, está atrelada ao fator humano que requer habilidades como as aqui mencionadas. Para tanto, o aeronauta precisa de treinamento e da consequente competência para contornar situações não solucionadas pela automação com seus conceitos matemáticos, pois ela, a automação, deve ser interpretada como parceira de apoio por não contar com as mesmas habilidades do humano. Apesar de todos os esforços, não há inteligência na tecnologia capaz, por ora, de substituir o ser humano quanto às habilidades cognitivas necessárias para se realizar um voo totalmente seguro e confiável. O fator humano, certamente, é a ferramenta chave para diferenciar os erros e os acertos em todas as operações de voo, enquanto a máquina é a parceira ágil e hábil destinada a calcular o que está no banco de dados. Há, porém, elementos que não fazem parte deste recurso – o imprevisível – que permeia todos os lugares e, com maior preocupação, a aeronave que, a quase mil quilômetros por hora e a dez mil metros de altitude, demanda mais segurança. É deste ser humano que se está a falar, o designado a programar a máquina e assumir a operação em caso de qualquer falha (BAUER; WEINER, 2010).

Esse processo cognitivo vai além de adquirir conhecimentos em uma sala de aula. Del Fiaco et al. (2015) afirmam que a cognição está ligada aos aspectos sensoriais como percepção e processamento de informações responsáveis pela qualidade do trabalho em curso, pela filtragem da quantidade de informações expostas nos *displays* das aeronaves, e cabe ao

aeronauta identificar a qualidade dos dados para só então gerenciar municiado de suas habilidades, pois são elas que irão guiar o comandante nas tomadas de decisão próprias de cada fase do voo.

A cognição humana é adaptativa, mas não em todas as situações. Bauer e Weiner (2010, p. 5) estabelecem que “... o processo de evolução humana, herdamos um aparato cognitivo capaz de decodificar estímulos ambientais com muita precisão, sem deixar de reconhecer os estímulos internos provocados por aprendizagens anteriores”. Com efeito, os conhecimentos que os comandantes adquirem ao longo da sua carreira assumem considerável relevância, pois funcionam como um banco de dados privado; são bases ou aparatos mentais que permitem entender determinados momentos imprevistos. Em outros termos, são sustentação ou conhecimentos prévios para que situações indesejáveis possam ser resolvidas da melhor maneira possível.

Assim, a memória e o aprendizado tornam-se ferramentas decisivas para a experiência humana; no entanto, quando não exercitadas, podem perder potencial. Por outro lado, se usadas com frequência e buscando sempre assimilar algo novo, mitigarão as chances de lapsos e se tornarão o apoio desejável no arcabouço intelectual de um profissional aeronauta. Como um projeto em execução, tornam-se componentes do processo cognitivo, ampliando o leque de opções em situações decisivas, e consistem em uma salvaguarda do profissional de boa formação e qualificação, mas também que aprendeu com episódios que, naturalmente, devem compor o seu banco de dados, mesmo que advindos da literatura, e não somente da experiência vivida (GOMES, 2019).

Logo, o entendimento do comportamento deve ser analisado como parcela de aprendizado, seja nos relacionamentos do ambiente, seja nas relações com os inúmeros pacotes de automação, pois sabe-se que as transformações dos produtos exigem uma adaptação dos processos humanos. Vale dizer que se a ferramenta evolui, também deverá evoluir o seu operador, como uma constante da revolução tecnológica do início do Século XXI. No projeto de uma nova aeronave, a indústria responsável já estabelece parâmetros da formação mínima necessária à sua operação; por conseguinte, as instituições de formação, tanto inicial como continuada, devem buscar compreender o que é necessário ao futuro piloto (que ainda está nos bancos universitários ou nas escolas de avião), bem como ao que já está no exercício da atividade profissional, pois é a nova modalidade de ensino que se ajusta ao momento e, portanto, a cada novidade proposta são requeridas novas alternativas e o constante aprimoramento do capital humano (FERREIRA; NERIS JUNIOR, 2018).

2.1 LICENÇA DE PILOTO DE TRIPULAÇÃO MÚLTIPLA (LPTM/MPL)

Na expectativa da então nova realidade de simbiose entre piloto e automação, em 2006, com a publicação da décima edição do Anexo 1 da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), apresentou-se a intenção de se qualificar os pilotos desde os momentos iniciais de sua formação para seus objetivos (no caso em debate, para atuar na aviação comercial), com foco na aquisição de habilidades múltiplas. O caminho sugerido defendia a presença de um instrutor qualificado para trabalhar no projeto junto ao aluno com o objetivo de encaminhá-lo para a formação de uma Licença de Piloto de Tripulação Múltipla (LPTM) ou *Multi-crew Pilot License* (MPL), do original na língua inglesa (PASSAGLIA, 2016).

Contudo, as iniciativas mundiais para encontrar um novo modelo para a formação e o treinamento dos pilotos data de outubro de 2000. As grandes aeronaves utilizadas em voos de longas travessias precisariam de tripulações compostas e, então, avaliou-se a possibilidade de contratação de pilotos que pudessem estagiar a bordo destas naves, bem como de criação de uma licença com maior abrangência, com atenção especial para as habilidades não técnicas, ao mesmo tempo que se permitiriam treinamentos a bordo de equipamentos de última geração (simuladores), bem como em pequenos aviões até se chegar a outros maiores e aos modelos propulsionados à reação (ICAO, 2007).

Desta maneira, em 2002, quando a ICAO criou um painel com agenda voltada ao licenciamento e treinamento de pilotos com a nova licença, a comunidade aeronáutica estava sentindo as repercussões dos ataques terroristas do 11 de setembro, evento que trouxe medo aos usuários dos serviços aéreos, cuidados especiais nos aeroportos e diminuição dos voos. Era uma situação atípica que por certo atingia a demanda por novos pilotos. No entanto, apesar do trágico evento, entre os anos de 2002 e 2006 os especialistas continuaram amadurecendo a ideia para a elaboração do programa (MPL – com uma postura unânime em favor de melhorar os padrões de segurança que regiam as operações de aeronaves civis de tripulação múltipla (ICAO, 2007).

A iniciativa de sua criação não foi motivada, portanto, por razões financeiras, embora alguns especialistas tenham reagido como se essa formação, por ser mais “enxuta”, como se verá, tivesse o propósito de economia de tempo e de dinheiro no treinamento de novos profissionais. Outra discussão digna de menção quanto à criação da MPL está relacionada à falta de profissionais em mercados emergentes na Ásia, mais especialmente na China e Índia.

Quando o novo programa surgiu, reconhecendo e incorporando os avanços significativos na aérea de ensino aeronáutico e das tecnologias, contabilizava-se um atraso de possíveis 40 anos em termos de metodologia de ensino e de conhecimentos. Dito de outro modo,

os padrões e as práticas recomendadas ao longo das quatro décadas anteriores não mais acompanhavam “a evolução das melhores práticas da indústria e não refletiam as capacidades dos dispositivos de treinamento avançado, especialmente na área de simulação de alta fidelidade.” (ICAO, 2007).

O passo pretendido oferecia o aprimoramento de habilidades em fatores humanos apropriadas aos modernos projetos da indústria aeronáutica, sem os quais não poderia haver tranquilidade, habilidade e competência necessárias nem disponibilidade de pessoal preparado para assumir as aeronaves com filosofias de voo baseadas na tecnologia embarcada (ICAO, 2007).

A nova perspectiva deveria alterar, portanto, a visão de que boa parte dos incidentes e acidentes eram – e ainda são – causados por falhas no desempenho humano consubstanciado, em especial, na carência de certas habilidades interpessoais, como comunicação, liderança, trabalho em equipe, gerenciamento da carga de trabalho, consciência situacional e tomada de decisões. A licença MPL, então, estava sendo programada para trabalhar tais contextos, aumentando as habilidades técnicas por permitir aos jovens comporem tripulações profissionais, mas preocupada com o desenvolvimento das habilidades cognitivas capazes de fazer do piloto um profissional mais atualizado e capaz de enxergar as falhas antes mesmo que elas possam acontecer e conseguir manter o bom gerenciamento necessário para a tomada de decisões (IATA, 2015).

De forma resumida e objetiva, ela visa encurtar a formação do aluno, proporcionando a integração do curso mais básico ao mais avançado, sem que este tenha que passar pelo treinamento tradicional. O curso para obtenção da licença proporciona ao aluno a oportunidade de ingressar diretamente dentro da companhia – uma vez que o piloto com MPL é treinado de acordo com os padrões de uma determinada companhia aérea, para exercer as funções a bordo naquela companhia específica –, podendo ter contato direto com aeronaves de alta performance assim como o entendimento de suas tecnologias embarcadas.

Com uma quantidade mínima de 240 horas de voo real e simulada (no Brasil), esta licença proporciona o ingresso na carreira de piloto de forma mais rápida, com foco específico. O aluno assim, desde o início, já passa por treinamentos de CRM, treinamentos de habilidades sociais e outras habilidades não técnicas, utilização intensiva de simuladores de voo de aeronaves complexas, conteúdos voltados a operação de aeronaves a jato, eletrônica, automação, voo por instrumentos, e as demais matérias básicas que são necessárias à formação do piloto (HODGE, 2016 apud PASSAGLIA, 2016).

Outro objetivo desta formação baseada em habilidades é poder “começar com o fim em mente,” pois, após cumprir todos os requisitos que o curso propõe, o aluno estará apto a ser um primeiro oficial qualificado nos moldes ideais, e mais: estará preparado para pensar como um comandante baseado nos requisitos regulatórios das autoridades aeronáuticas, assim como da empresa à qual esteja ligado durante a formação (IATA, 2015). No Brasil, não se tem qualquer unidade escolar ou companhia que adote esse tipo de formação para os seus alunos/pilotos. No entanto, Fay e Fontes (2016) afirmam que:

Acredita-se que a melhora no nível de formação do piloto se deve, em parte, ao surgimento da formação em nível superior promovida pelas universidades brasileiras, uma vez que ainda não existe no Brasil curso de MPL homologado pela Agência Nacional de Aviação Civil – Anac – para uma análise comparativa (2016, p. 6).

Observa-se que, apesar de não existir este treinamento no Brasil – mesmo que a ANAC já o tenha autorizado – o RBAC nº 61 da Agência, subparte F deixa clara a sua aplicabilidade, bem como os critérios que devem ser seguidos para a obtenção da licença. As companhias aéreas brasileiras e as escolas de formação de pilotos, por outro lado, consideram inviáveis os custos para a oferta do MPL, razão pela qual não adotam a formação.

Vale frisar a importância de as Universidades e as escolas de aviação, de um modo geral, oferecerem cursos voltados para uma formação aeronáutica mais completa, que extrapolem os objetivos de apenas gerar capital humano para as empresas aéreas e contenham, em sua grade curricular, os conhecimentos e elementos técnicos e não técnicos, entre eles os que compõem o MPL, pois é nesse ambiente escolar que os alunos têm a possibilidade de desenvolvimento de habilidades baseadas em competência, bem como de habilidades não técnicas. Entretanto, no quesito simulação de voo essas instituições ainda deixam a desejar, pois é apenas diante da máquina que o aluno, de fato, irá realmente conhecer seus pontos fortes e fracos em situações adversas (FAY; FONTES, 2016; PASSAGLIA, 2016).

Até fevereiro de 2020, existiam 53 programas/escolas de MPL aprovados no mundo, com 3.661 graduados e 6.411 alunos em formação. Empresas aéreas como a Air Asia, Swiss, Air China, EasyJet, Qatar Airways, ANA, JAL, Virgin Atlantic e Etihad adotam este sistema de treinamento. Destacam-se, aqui, duas dessas escolas por serem instituições de grande relevância no cenário global e por proporcionarem aos alunos a oportunidade de voar, como parte do treinamento, não apenas em um país, mas em vários outros, viabilizando um conhecimento técnico mais vasto com enfoque na constante inovação, que entrega aos seus alunos um contato direto com aeronaves altamente tecnológicas (IATA, 2020).

O treinamento homologado MPL oferecido pela empresa *L3Harris Commercial Aviation* – com sede principal no Reino Unido e atuação em outros 5 países – é composto por 4 fases, todas realizadas nos estabelecimentos da própria empresa. A capacitação forma aeronautas para empresas como British Airways, EasyJet, Oman Air, Qatar Airways e Virgin Atlantic (IATA, 2020; L3HARRIS, 2020), além de outras.

Outra empresa voltada ao treinamento para obtenção da licença de MPL é a *European Flight Academy*, uma escola que forma alunos unicamente na modalidade desta licença, deixando-os prontos para atuar exclusivamente nas empresas aéreas do Grupo Lufthansa (Lufthansa Airline, Lufthansa CityLine ou Austrian Airlines). O curso tem a duração de 2 anos e é dividido em 5 fases, sendo a primeira (parte teórica) realizada na cidade de Bremen, na Alemanha, e as demais – divididas em fases principal, básica, intermediária e avançada, como se pode ver na figura 3 (anexo) – em algumas bases que a escola tem nos Estados Unidos, devendo o aluno retornar à Europa para sua conclusão.

Ao longo do caminho, todo esse preparo agrega mais experiência e responsabilidade resultantes das habilidades adquiridas nos treinamentos, além de aprimorar competências como resultado do aprendizado de técnicas voltadas para os fatores humanos (EUROPEAN FLIGHT ACADEMY, 2020).

A estrutura flexível do curso de MPL ancora-se no aperfeiçoamento continuado do capital humano, com avaliações e processos contínuos ininterruptos de aquisição de conhecimento por meio das disciplinas cursadas, assim como dos testes aplicados, situações em que se pode aprofundar no perfil do aluno/piloto.

Fornece-se, a partir desse conjunto de saberes, um leque de informações profissionais à empresa, que fortalecem os elos de confiabilidade e segurança, pois a empresa passará a compreender mais o perfil de seu profissional, buscando sempre aprimorá-lo por meio de outros cursos paralelos. Com efeito, treinar um piloto com vistas ao alcance dos níveis de excelência requer dos instrutores, entre outros requisitos, a habilidade de reconhecer o comportamento de cada aluno. Daí a importância de esses profissionais também estarem constantemente se reciclando, pois são eles quem transmitirão o conhecimento e os treinamentos de habilidades importantes a serem aplicadas no decorrer de cada voo (PASSAGLIA, 2016; IATA, 2015).

2.2 SIMULADORES DE VOO

Frey e Osborne (2013), ao discorrerem sobre “O futuro do emprego: como são susceptíveis os trabalhos para Computorização”, ranqueiam 702 profissões que

podem ser substituíveis por máquinas, estabelecendo um score de 0 a 1, em que 0 é aquela profissão que não é substituível por qualquer tecnologia, como é o caso de terapeutas, e 1 é aquela que pode ser substituída por alguma tecnologia, como é o caso de operadores de telemarketing. Os pilotos de aeronaves, na classificação, aparecem com 0,18 de chances de ser substituído por alguma tecnologia, o que demonstra que esse profissional ainda terá um caminho a trilhar até que venha a ser inteiramente substituído, se o caso for. Em outras palavras, o aviador ainda é considerado imprescindível para o atual momento tecnológico da aviação.

Nesse contexto, a importância da evolução comportamental do piloto é colocada à prova em cada novo modelo de aeronave que lhe é apresentado ou a cada novo desafio que deva enfrentar, o que evidencia a indispensabilidade dos treinamentos ainda mais avançados e criteriosos quanto às habilidades técnicas e não técnicas. O setor aéreo conhece essa nova abordagem integral e sua importância do aprimoramento dos fatores humanos. Isso porque, com a entrega à automação de uma numerosa quantidade de funções antes atribuídas aos pilotos, o aeronauta, agora, evolui para o perfil de um gerenciador de sistemas, o que diminui sua carga de trabalho física, mas lhe agrega a função de monitorar um sistema que “quase nunca falha”. Tal tarefa, apesar de aparentemente confortável, não é algo tranquilo e satisfatório de se fazer: monitorar sistemas automatizados é como procurar uma agulha em um palheiro; de repente, surge um alarme e uma situação limítrofe que precisa ser interpretada e checada, o que reforça a importância de treinamento também em simuladores (ARAÚJO, 2018).

Os simuladores de voo surgem com o intuito de desenvolver as habilidades de pilotagem e trazer os pilotos para um ambiente onde se possam vivenciar os novos modelos de aeronaves e suas tecnologias. São ferramentas capazes de elevar o piloto a um grau de prática a partir dos conhecimentos adquiridos com o propósito último de potencializar a experiência a partir da criação/simulação de momentos críticos. Como consequência, tal prática haverá de refletir no alcance da experiência necessária para o exercício de suas atividades no ambiente real, reduzindo a possibilidade da perda do controle e de ocorrência de incidentes e acidentes, fator este que certamente salvará vidas e gerará economia de recursos (COELHO, SILVA, 2013).

Decerto, o desenvolvimento de aeronaves cada vez mais sofisticadas reclama o uso de simuladores que repliquem esse universo tecnológico. Tal demanda faz com que esses equipamentos sejam cada vez mais utilizados com o passar do tempo (SANTOS; SILVEIRA, 2019).

Santos e Silveira (2019, p. 2) afirmam que “a capacidade de representação das condições reais de voo da aeronave influência de forma direta na efetividade e nos métodos de treinamento utilizados pelos instrutores de voo”. É importante que a escolha do simulador de voo feito pela

empresa seja feita de forma criteriosa e que conte com a participação de instrutores diretamente envolvidos no processo de treinamento.

Nesse ponto, cabe sublinhar que é desejável que cursos superiores de Ciências Aeronáuticas, com habilitação para a formação de Pilotos de Linha Aérea (PL), disponibilizassem laboratórios com simuladores de voo para que o acadêmico pudesse ter os primeiros contatos com a realidade de uma cabine, pois são contatos que enriquecem a formação e permitem que o aluno saia da Universidade conhecendo as práticas de um *deck* de voo, suas filosofias e sobre como atuar com um bom CRM junto com seus alas ou parceiros de treinamento (GOMES, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do aprimoramento constante do profissional aeronauta ao longo da história da aviação e, em especial, em virtude da evolução tecnológica, mostra-se clara e desafiadora, pois, apesar do acelerado avanço da indústria aeronáutica e a decorrente colocação de modernas aeronaves no mercado, os candidatos a pilotos percebem a urgência de evoluir quase que paralelamente à máquina.

Nesse sentido, as novas abordagens de formação profissional identificadas nos últimos anos, como o MPL, apontam para o urgente incremento, especialmente no Brasil, dos currículos dos cursos de ciências aeronáuticas de nível superior e dos cursos técnicos ofertados por inúmeras instituições, tendo como alvo qualificar profissionais com habilidades mais amplas. As universidades, os órgãos da administração e a indústria aérea apoiam, certamente, a melhora da regulação e trabalham para que os profissionais vivenciem o aprimoramento indispensável às novas responsabilidades, que chegam minimizando a carga física de trabalho, mas dotadas de forte demanda por habilidade cognitiva.

O homem e a máquina devem atuar como um conjunto em busca de organização, segurança e conforto para todos. Isso porque na atual aviação o computador funciona como um operador auxiliar da tripulação, pois foi programado e capacitado para exercer tal função. Autores como Monteiro, Herinçson, Carim Júnior, Ferreira e Neris Junior trouxeram uma vasta gama de conhecimentos na área de fatores humanos e automatização, demonstrando em seus trabalhos a importância de esses dois agentes andarem de braços dados, com ênfase na importância da formação de excelência que o aluno/piloto deve buscar com vistas à aquisição de habilidades outras, além das técnicas.

Por certo, a indústria aeronáutica, naturalmente, continuará modernizando as suas aeronaves visando garantir o seu sucesso. O aprimoramento da formação e da qualificação dos pilotos seguramente manterão o alto nível da relação tida entre o piloto e os pacotes de automação, que procura garantir um transporte aéreo mais moderno e seguro. Os instrumentos outrora analógicos são agora computadores/painéis digitais, cujos dados possibilitam maior interação entre os instrumentos e os tripulantes da cabine de comando: um cenário de laboratório futurístico confirma que é tudo melhor e mais bonito.

No entanto, é preciso ser melhor e mais seguro, passando credibilidade e confiança aos usuários do modal aéreo acerca do atendimento às plenas habilidades cognitivas, o que deve ser atendido por meio de treinamentos teóricos e práticos e em simuladores ao longo da vida profissional objetivando um aprimoramento crescente e constante.

Considerando a realidade atual, entende-se que o piloto é indispensável na cabine de comando de aeronaves comerciais. Com o contínuo avanço das tecnologias nas aeronaves, talvez, em algumas décadas, seja considerada a possibilidade de os aviões serem conduzidos de forma remota. Portanto, é indispensável que a temática explorada neste breve estudo continue sendo revisitada por acadêmicos, visto que o avanço tecnológico do setor aéreo passará sempre pela imprescindível avaliação das potencialidades humanas frente à máquina.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Thiago Bento de. **Treinamento de pilotos: processo cognitivo, consciência situacional e tomada de decisão**. 2018. Monografia (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, 2018.

BAUER, Rosana Conceição; WEINER, Ricardo. Estratégias Cognitivas Aplicadas à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Revista Conexão Sipaer** [s. l.], v. 2, n. 1, 18 nov. 2010.

BUREAU, Aircraft Accident Investigation. **Aircraft Accident Investigation Preliminary Report Ethiopian Airlines Group B737-8 (MAX) Registered ET-AVJ**, [S. l.], p. 1-33, 10 mar. 2019.

COELHO, Nathan C.; SILVA, Paulo S. da. **Sistema de Piloto Automático para pouso de aeronave usando controladores MFA**, Bauru, p. 1-6, 5 fev. 2013. Disponível em: <<http://www.sbai2013.ufc.br/pdfs/7575.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

CRESPIGNY, Richard de. **QF32: from de author of fly!** Sydney/Austrália: Pan Mcmillan. 2012.

DEL FIACO, Reinaldo Moreira et al. Análise dos riscos ocupacionais na função do piloto de avião: aplicação ao sistema do gerenciamento da segurança. **Anais do V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, Ponta Grossa: 3 dez. 2015.

DIAS, Murillo de Oliveira; CRUZ, Bruno Silveira. Crashed Boeing 737-Max: fatalities or malpractice? **Global Scientific Journals** [S. l.], v. 8, p. 1-11, 5 fev. 2020.

FAY, Claudia Musa; FONTES, Rejane de Souza. **A história da formação de pilotos no Brasil**: uma mudança de paradigma ao longo do tempo. [s. l.], s/d.

FERREIRA, Marcos José Barbieri; JUNIOR, Celso Neris. Mudança tecnológica e estrutura de mercado: uma avaliação dos impactos da Indústria 4.0 sobre o setor aeronáutico. *In*: III Enei **Indústria e Desenvolvimento Econômico**: desafios e perspectivas, [s. l.], p. 1-20, 20 set. 2018.

FONTES, Rejane de Souza; FAY, Claudia Musa. Formação por competência: discutindo a formação de pilotos no Brasil. **Cadernos de Pesquisa** [S. l.], ano 2016, v. 46, n. 162, p. 1-23, 19 out. 2016.

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A. **The Future of Employment: how susceptible are jobs to computerisation**. [S. l.], p. 61, 17 set. 2013. Disponível em: <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2020.

GOMES, João Victor Gandra Junqueira. **O uso de simulador de voo para o processo de ensino/aprendizagem**. 2019. 34 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

HENRIQSON, Éder et al. Consciência situacional, tomada de decisão e modos de controle cognitivo em ambientes complexos. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 433-444, 7 dez. 2009.

IATA/INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA). **Guidance material and best practices for MPL implementation**. Montreal: IATA, 2015.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Multi-Crew Pilot License. **Innovative Ab Initio Training for the Airline Pilot** [S. l.], ano 2007, v. 62, n. 3, p. 15-16, 23 ago. 2007.

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI (INKT). **Aircraft Accident Investigation Report**. PT. Lion Mentari Airlines Boeing 737-8 (MAX); PK-LQP Tanjung Karawang, West Java Republic of Indonesia, Indonésia, p. 1-322, 14 out. 2019.

LEMOS, Valmir. **História da aviação**. Palhoça: Unisul Virtual, 2012. 282p.

L3HARRIS, Fast Forward. Curso de Licença de piloto multi-tripulação (MPL). [S. l.], s/d. Disponível em: <<https://www.l3commercialaviation.com/airline-solutions/airline-training/easa-airline-training/multi-crew-pilot-license/>>. Acesso em: 25 set. 2020.

MARTINS, Edgard Thomas. **Estudo das implicações na saúde e na operacionalização e no trabalho do aeronauta embarcado em modernas aeronaves no processo interativo**

homem-máquinas complexas. 2010. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz. Recife/PE, 2010.

MINISTER OF TRANSPORT. Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile. Final Report. **Concerning the accident which occurred on Jun 26th 198 8 at Mulhouse-Habsheim (68) to the Airbus A 320, registered F-GFKC**, França: p. 1-131, 29 nov. 1989.

MONTEIRO, Raul Francé. **Novas Tecnologias de Cabine em Aviões do Transporte Aéreo Regular e Transformações na Representação Social dos Pilotos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC/GO), Goiânia, 2007.

EUROPEAN FLIGHT ACADEMY. **O curso de treinamento**. [S. l.], s/d. Disponível em: <https://www.european-flight-academy.com/en/your-flying_future/training_course>. Acesso em: 28 set. 2020.

PASSAGLIA, Daniel Pessoa. **As habilidades não técnicas na formação inicial de pilotos de avião**. 2016. 27 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia: 2016.

RIBEIRO, Laíssa Silva; MACHADO, Humberto César. Treinamento Comportamental para Pilotos: proposta metodológica com utilização do simulador de voo. **Anais... IX Simpósio de Segurança de Voo**, Goiânia: n. IX, p. 1-8, 18 mar. 2016.

ROCHA, Raoni; LIMA, Francisco. Erros humanos em situações de urgência: análise cognitiva do comportamento dos pilotos na catástrofe do voo Air France 447. **Gestão e Produção**, São Carlos/SP, v. 25, p. 568-582, ed. 3, 12 jul. 2018.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica**: guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Atlas, 1985, 16p.

SANTOS, Vinícius Cabrini dos; SILVEIRA, Guilherme Amaral da. A efetividade dos simuladores de voo no treinamento de pilotos para tarefas processuais específicas e aquisição de habilidades. **Revista Conexão Sipaer**, Brasília, v. 10, n. 1, 13 mar. 2019.

SILVA, Reginaldo Demartine da Silva. **Até que ponto a automação contribui para a segurança de voo?** Uma análise de acidentes aéreos relacionados com tecnologias de automação. Orientador: Prof. Esp. Orlando Flavio Silva. 2019. 46 f. Monografia (Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

SPITZER, Cary R. **The Avionics Handbook**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press; 2000.

ANEXO

Figura 1 – Boeing 737-200



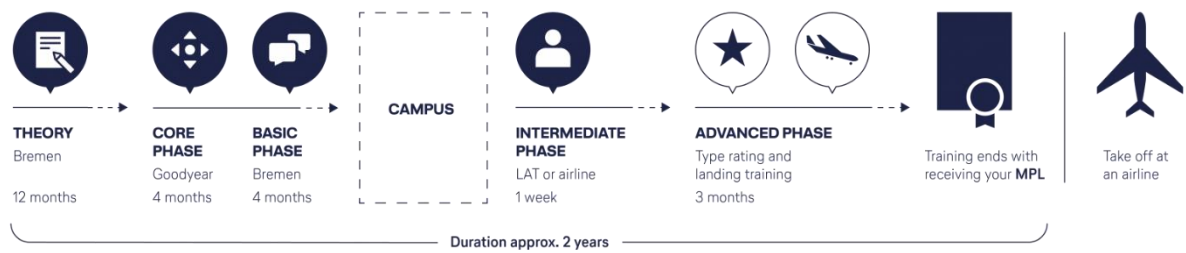
Fonte: Viana (2015).

Figura 2 – Boeing 737 Max



Fonte: Latest Biz Trend News – nbiznews (2019).

Figura 3 – Fases do curso MPL da *European Flight Academy*



Fonte: *European Flight Academy* (2020).