

**DIFICULDADES COM A IMPLANTAÇÃO DO SRM NA AVIAÇÃO EXECUTIVA E
O POTENCIAL PARA UMA PADRONIZAÇÃO NOS NÍVEIS DE SEGURANÇA
OPERACIONAIS ADEQUADOS****Kaê Felipe de Frazão Tibúrcio¹**
Raul Francé Monteiro²**RESUMO**

O tema desta pesquisa trata das dificuldades com a implantação do *Single-Pilot Resource Management* (SRM) na aviação executiva e o potencial para uma padronização nos níveis de segurança operacionais adequados. Para que o projeto se configure adequadamente será necessário que se defina quais os principais fatores que confirmam o grau de segurança para uma operação *single-pilot*. O trabalho teve como objetivo geral compreender a operação de um piloto único na aviação executiva. O estudo se justifica, pois, a tecnologia convive com um processo dinâmico e acelerado da aviação, exigindo que os pilotos enquanto operadores da máquina voadora sejam mantidos em níveis compatíveis ao que se espera de cenários seguros para a atividade, em outras palavras, a evolução da tecnologia embarcada exige a composição da tripulação técnica compatível para os modernos *cockpits*. A metodologia adotada foi de caráter exploratório de cunho qualitativo, a partir de uma pesquisa bibliográfica em diversas fontes *on line*. Os resultados mostram que, existem várias razões convincentes para os operadores da aviação executiva considerarem operações com um único piloto, incluindo diminuição dos custos, lidar com a escassez de pilotos e o avanço da automação com a Inteligência Artificial (IA). Para explorar adequadamente este conceito, são apresentadas diferentes visões da indústria da aviação sobre operações *single-pilot*, desafios associados a operações de piloto único, além de conclusões e recomendações.

Palavras-chave: Aviação executiva; Operação *single-pilot*; Indústria da aviação; Implementação.

¹ Acadêmico de Ciências Aeronáuticas. PUC-GO. E-mail: kaefelipeft@gmail.com

² Mestre em Psicologia e Especialista em Docência Universitária pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Professor da Escola Politécnica e de Artes da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Piloto de Linha Aérea - Avião, EC - PREV pelo CENIPA e credenciado SGSO pela ANAC. PUC-GO. E-mail: cmterfrance@hotmail.com

DIFFICULTIES WITH IMPLEMENTING SRM IN EXECUTIVE AVIATION AND THE POTENTIAL FOR STANDARDIZATION IN ADEQUATE LEVELS OF OPERATIONAL SAFETY

ABSTRACT

The theme of this research deals with the difficulties in implementing SRM (Safety Risk Management) in executive aviation and the potential for standardization in adequate levels of operational safety. To properly shape the project, it will be necessary to define the key factors that confirm the level of safety for a single-pilot operation. The overarching goal of this work is to comprehend the operation of a lone pilot in executive aviation. The study is justified because technology coexists within a dynamic and fast-paced process, demanding that pilots, as operators of flying machines, maintain levels compatible with what is expected for safe activity scenarios. In other words, the evolution of embedded technology requires a compatible technical crew composition for modern cockpits. The methodology adopted was exploratory and qualitative in nature, based on a bibliographical research from various online sources such as scientific articles. The results demonstrate that there are several compelling reasons for operators in executive aviation to consider single-pilot operations, including cost reduction, addressing pilot shortages, and advancements in embedded automation and artificial intelligence. To adequately explore this concept, different industry views on single-pilot operations, challenges associated with single-pilot operations, as well as conclusions and recommendations, are presented.

Keywords: *Executive aviation; Single-pilot operation; Aviation industry; Implementation.*

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como tema tratar das dificuldades com a implantação do SRM na aviação executiva e o seu potencial para uma padronização nos níveis de segurança operacionais adequados. Um impulso para desenvolver procedimentos e novas funcionalidades de cabine de pilotagem que suplantem

um piloto, mesmo por curtos períodos de tempo, está recebendo cada vez mais atenção de grupos trabalhistas globais que temem um caminho direto para aeronaves projetadas para operações com um único piloto (Levy, 2017). O seu objetivo geral está relacionado em melhor conhecer a operação *single-pilot* em aeronaves à reação no cenário da aviação executiva.

Assim sendo, como justificativa há que se compreender que considerando a expansão prevista do sistema de transporte aéreo para as próximas duas décadas, com tantas tecnologias disponibilizadas a bordo, as operações monopiloto podem ser consideradas uma alternativa viável às operações convencionais de tripulações convencionais do atual transporte comercial. De pronto, se observa que as operações *single-pilot* exigem maiores esforços cognitivos, o que potencialmente, pode resultar em maiores taxas de erro humano (Levy, 2017).

O estudo é relevante, pois devido ao crescimento substancial na demanda por viagens aéreas e à agravante escassez global de pilotos qualificados, as Operações de Piloto Único (OPU) provavelmente serão estendidas além das operações militares e de aviação geral nas próximas duas décadas. As aeronaves de transporte executivo estão associadas a desafios substanciais, uma vez que, com apenas um piloto no *cockpit*, uma incapacitação, pode sugerir situações limítrofes. Além disso, em comparação com operações convencionais de dois pilotos, o OPU impõe maiores demandas cognitivas ao piloto individual. Estas exigências, caso excedam o potencial cognitivo do aeronauta, afetarão negativamente a capacidade de realizar tempo x resposta para determinadas tarefas (FAA, 2016).

Consequentemente, a transição para OPU exige aumentos substanciais no apoio à automação, tanto na cabine de comando como no solo, bem como mudanças significativas nas funções e responsabilidades dos pilotos e operadores de *Air Traffic Management* (ATM) em português Gestão de Tráfego Aéreo. Em particular, as funções primárias dos pilotos evoluindo para funções de monitoramento, intervindo apenas quando necessário. Estas novas funções exigem uma evolução relacionada à Interface Homem-Máquina (IHM), abrindo

mão das atividades dinâmicas da operação, transformando-se em relações entre a consciência humana e comandos de automação (FAA, 2016).

Assim, Jatos particulares de piloto único como o Cirrus Vision Jet SF50, HondaJets e Eclipse 550, oferecem aviônicos avançados e recursos de segurança, tornando-os ideais para proprietários-operadores. O SRM concentra-se na tomada de decisões e nas habilidades multitarefa de um piloto, enquanto, o *Corporate Resource Management (CRM)* traduzido em gerenciamento de recursos da tripulação, enfatiza a comunicação, o trabalho em equipe e a coordenação entre vários membros da tripulação para operações de voo seguros e eficientes (Fink, 2016).

A problemática da pesquisa é saber quais as dificuldades com a implantação do SRM na aviação executiva e o seu potencial para uma padronização nos níveis de segurança operacionais adequados?

O presente estudo artigo científico tem como objetivo compreender a operação e a implantação de uma operação de um piloto único na aviação executiva atingindo o mesmo grau de segurança de uma operação com dois pilotos.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA AVIAÇÃO EXECUTIVA NO MUNDO

A primeira companhia aérea regular do mundo, utilizando-se de aviões, decolou do Pier Municipal de São Petersburgo no dia de Ano Novo, de 1914 (Michaels, 2012). Muito embora não tenha sido possível localizar o primeiro voo fretado da história, conseguiu-se localizar este primeiro voo pago por um passageiro. O percurso ocorreu entre as cidades de Tampa e São Petersburgo, na Flórida, estava sob o comando de Antony Haberssack Jannus. A paixão e o envolvimento de Jannus¹ com a incipiente indústria da aviação ajudaram a criar a primeira companhia aérea do mundo (Kelsch, 2021).

¹ Tony Jannus morreu na Primeira Guerra Mundial em um acidente enquanto treinava pilotos russos sobre o Mar Negro para a Curtiss Airplane Company. Seu irmão, Roger Jannus, alistou-se na Seção de Aviação do Corpo de Sinalização dos Estados Unidos durante a Primeira Guerra Mundial e foi morto em 1918 em Issoudon, França, quando seu De Havilland-4 pegou fogo no ar (Michaels, 2012).

Vale mencionar que o passageiro mencionado foi o prefeito de São Petersburgo, o senhor Abram Phell. O primeiro passageiro da história pagou o valor de US\$ 400.00 para sair de sua cidade e seguir para Tampa, em um voo de 37 quilômetros que levou 21 minutos. No futuro próximo Jannus diminuiu o tempo de voo para 19 minutos. Com o passar dos anos, consolidou-se o conceito de *business aircraft*: aeronaves com dois ou mais motores e capacidade para voos noturnos ou por instrumentos, que pudessem transportar com conforto e segurança executivos, clientes e convidados de grandes corporações em viagens de trabalho – sem os problemas das rotas e dos horários do transporte aéreo regular (Kelsch, 2021).

2.1 A TRANSIÇÃO DA TRIPULAÇÃO DUPLA PARA *SINGLE PILOT* NA AVIAÇÃO EXECUTIVA

A legislação brasileira, acompanhando o que prevê a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO) estabelece que as tripulações do transporte aéreo regular para mais de 19 passageiros prevê a presença de, no mínimo dois pilotos na cabine de comando. Conforme previsto na IS 61-004, as aeronaves certificadas para tripulação mínima de um piloto (*single pilot*), mas que por suas características, requerem uma habilitação específica para operação *single pilot* ou *dual pilot* (/D), a saber: Eclipse 500: EA50 e EA50/D; Phenom 100/100EV e Phenom 300: EPHN e EPHN/D; HondaJet e HondaJet Elite: HA-420 e HA-420/D; PC-24: PC-24 e PC-24/D; Premier I: R3090 em R390/D; Citation 510 Mustang: C510 e C510/D; Citation 525, 525A, B e C: Citation 525 e C525/D (ANAC, 2023).

Entretanto, atualmente, as normas evoluíram e se discute a possibilidade de retirar um dos pilotos da cabine e seguir em direção ao que se chama de '*Single Pilot Operations* (SPO)' - OPU. Esta notícia não foi bem recebida por boa parte da indústria aeronáutica, pois dois pilotos na cabine proporcionam a redundância necessária para se manter um alto nível de segurança de voo. Ou seja, caso um dos pilotos ficasse incapacitado, o outro piloto poderia assumir toda a operação da aeronave e realizar o pouso ou a operação necessária. Um

dos pilares da aviação é a redundância. Tirar um piloto é um grande risco (Maaz, 2022).

Por sua vez, de acordo com Kelsch (2021, p. 4), “[...] apesar da operação *single pilot* ser vista como uma vantagem econômica pelos seus operadores devido à redução de dois pilotos para um único piloto, percebe-se que é possível”. Para que tal ocorra sem prejuízo da segurança, existem os recursos disponíveis como o SRM, que pretendem assegurar um bom nível na segurança do voo, porém, ainda se trata de uma situação que pode se tornar mais crítica, devido à maior dificuldade em gerenciar a carga de trabalho com apenas um profissional habilitado na cabine.

Esta é uma condição que pode ser observada em aviação de táxi aéreo e também na executiva. De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), na aviação executiva, o piloto deve ter experiência de apenas 40 horas de experiência de voo, mas só pode fazer seu transporte, de familiares ou amigos. Já, no táxi aéreo, um aviador deve ter no mínimo 500 horas de voo ou 1.200 horas para poder operar em *Instrument Flight Rules* (IFR) - voos por instrumentos. O referido órgão também estabelece um período mínimo de 3 sessões de treinamento dos comandantes das aeronaves desta categoria (ANAC, 2021).

Sobre o conceito entre as duas modalidades de transporte aéreo, o táxi aéreo é uma empresa que opera aeronaves sob o regime de locação de voos e que transporta um determinado número de pessoas. Já, a aviação executiva pode ser operada por apenas um dono ou por um sistema com a propriedade compartilhada, ou seja, em conjunto com outros sócios. Portanto, aeronaves executivas, sob regime de multipropriedade, estão enquadradas no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) de número 91. E, segundo o seu conjunto de normas e dos requisitos estabelecidos, os operadores de táxi aéreo devem seguir também o que estabelece o RBAC n. 135, que trata das “[...] operações complementares e por demanda” e também prevê serviços de voo compartilhado (ANAC, 2021).

Relativo às licenças de voo (brevês) destes aeronautas, no Brasil, de acordo com a ANAC, no que trata a sua Portaria nº 2.939/SPO, de 27 de outubro R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 3, n. 5, p. 154-177, nov/dez. 2023.

de 2016, descreve “Estabelecer e tornar pública a lista de habilitações a serem averbadas pela ANAC nas licenças de pilotos emitidas segundo o RBAC 61”. Tal condição fará constar na licença do aeronauta a condição de operação *single pilot*, em outras palavras, descrevendo a habilitação para composição de uma tripulação constituída por apenas um piloto, com o texto que segue como na fala de Soave (2016, p.16):

A regulamentação brasileira em sua maior parte segue a regulamentação internacional elaborada pela ICAO e pela autoridade de aviação civil dos Estados Unidos, a FAA (Federal Aviation Administration), a qual emite os Regulamentos Federais da Aviação (FAR) (STOLT, 2008). Sendo assim, de acordo com o FAR 23, um avião com peso máximo de decolagem abaixo de 12.500 libras (lbs)² e com capacidade inferior a nove passageiros é classificado como categoria normal, sendo possível sua homologação para voar com tripulação mínima de um piloto. Já para aeronaves acima de 12.500 lbs e com capacidade para transportar dez ou mais passageiros se enquadram na categoria transporte, reguladas pelo FAR 25, e um dos 17 requerimentos é a necessidade de dois pilotos devidamente habilitados a bordo, exceto em casos especiais autorizados pelo FAA (p. 16).

Da mesma maneira, a homologação para uma aeronave poder voar somente com um piloto está elaborada e definida pela ICAO, onde o Brasil e demais países como os Estados Unidos da América (EUA), seguindo o que preconiza seu órgão regulador, a *Federal Aviation Administration* (FAA).

2.2 PROBLEMAS ENCONTRADOS NA LITERATURA SOBRE O SRM

Na aviação, qualquer detalhe pode ter consequências enormes. Entre potenciais origens de falha, o erro humano ainda é o mais difícil de resolver, principalmente diante da sobrecarga de trabalho do *single pilot*. Pesquisas relativas ao gerenciamento da carga de trabalho mental, atenção e estresse são de especial interesse na aviação. Reconhecer as condições em que um piloto é excessivamente desafiado e não consegue agir com lucidez pode evitar resultados graves (Fink, 2016).

² Equivalem a 5669,9 quilogramas ou 12500 lb = 5669,9 kg.

Tomar decisões cruciais sobre a segurança da aviação é uma atividade diária para todos que trabalham com aeronaves. Os pesquisadores passam muito tempo lidando com como e quando agir em um processo de tomada de decisão, que afeta os melhores cursos de ação, antes, durante e depois de um voo seguro (FAA, 2016). Escolher a melhor decisão ou conjunto de decisões inter-relacionadas, para reduzir e minimizar acidentes aéreos é uma tarefa essencial para todos aqueles que se envolvem com as operações aéreas.

2.2.1 Gerenciamento de fadiga

De acordo com Ramon (2021), a gestão da fadiga é crucial, pois os tripulantes podem enfrentar longos turnos e diferentes fusos horários. A gestão refere-se aos métodos pelos quais os prestadores de serviços de aviação e o pessoal operacional abordam as implicações da fadiga para a segurança.

A fadiga representa um grande risco para a segurança da aviação civil e militar. Além de diminuir o desempenho durante o voo, a crônica tem efeitos negativos para a saúde à longo prazo. As possíveis causas incluem perda de sono, tempo prolongado de vigília, irregularidades na fase circadiana e carga de trabalho. Apesar dos regulamentos limitarem o tempo de voo e permitirem uma escalação ideal, não pode ser completamente evitada. Especialmente, em operações militares, onde os limites podem ser alargados devido a necessidades operacionais, é impossível confiar apenas em regulamentos para evitar (Marcus; Rosekind, 2017).

No contexto da aviação, a fadiga mental e a sonolência têm sido mencionadas como as formas mais importantes. Uma revisão sublinhou a importância de distinguir entre sonolência e fadiga mental, enfatizando as diferenças nas suas causas e respostas psicológicas e físicas, ao mesmo tempo que reconhece que contribuem interativamente para a redução do desempenho e da vigilância. A sonolência é causada principalmente por perturbações do ritmo circadiano, perda de sono e tempo de vigília, enquanto a fadiga mental é causada principalmente pelo tempo gasto nas tarefas e pela carga de trabalho cognitiva (Hu; Lodewijks, 2020).

Esta definição sublinha o fato de a fadiga ser um problema multifatorial, com diversas causas e apresentações, incluindo diminuição do estado de alerta e redução do desempenho, o que pode prejudicar as capacidades de um indivíduo para desempenhar as suas funções com segurança (Hu; Lodewijks, 2020).

Um exemplo muito ilustrativo e seus efeitos na pilotagem segura de uma aeronave é fornecido pela queda do voo 812 da Air Índia Express em 2010, que caiu na sua fase de aproximação final em Mangalore, custando a vida de 158 das 166 pessoas a bordo. Acredita-se que a sonolência residual e o julgamento prejudicado tenham contribuído para este acidente, uma vez que o gravador de voz da cabine indicava que o comandante estava dormindo durante as primeiras 1h e 40min do voo de 2h e 5min. De acordo com o *National Transportation Safety Board* (NTSB), este foi o primeiro caso de ronco registrado em um gravador de voz da cabine (Marcus; Rosekind, 2017).

A fadiga também foi identificada em vários outros acidentes aéreos graves como causa ou fator contribuinte. Além disso, as políticas da aviação refletem a importância na segurança da aviação. Desde 1972, mais de 200 recomendações de segurança emitidas pelo NTSB. Além disso, a fadiga dos pilotos está na lista de prioridades relacionadas à segurança mais procuradas do NTSB desde 1990 (Marcus; Rosekind, 2017).

2.2.2 Atualização Tecnológica, gerenciamento de riscos e integração de equipamentos

A incorporação de novas tecnologias, como sistemas de gestão de voo avançados, pode ser desafiadora para alguns pilotos. Sistemas aeronáuticos, equipamentos e serviços de manutenção cada vez mais complexos estão criando a necessidade de digitalização em plataformas e ferramentas da indústria da aviação que possam acompanhar os avanços tecnológicos. Muitos tripulantes não possuem as competências necessárias para aplicar eficazmente estas novas tecnologias (Fajer, Almeida, Fischer, 2011).

Estar preparado para emergências e saber como lidar com situações de risco é fundamental na aviação executiva. O trabalho de um piloto não é apenas

pilotar a aeronave. Também envolve gerenciamento e comunicação adequados de sistemas para garantir a segurança da operação. Na cabine de um avião comercial atual, há dois pilotos com funções atribuídas. Um deles é o *Pilot Flying* (PF) e o outro é o *Pilot Monitoring* (PM). A função do PF é pilotar e navegar a aeronave, enquanto a função do PM é todo o resto. Isto inclui a comunicação com o *Air Traffic Control* (ATC), a monitorização e gestão dos sistemas e, o mais importante, a monitorização das ações do PF. Dessa forma, a parte mais crítica do voo, o próprio ato de voar fica centrada em um único piloto, o que reduz os erros (Maaz, 2022).

Os papéis do PF e do PM intensificam-se em condições de falha, onde o PM ainda gerencia os procedimentos anormais não voadores que são necessários para combater a condição de falha. É em condições anormais que a importância de dois pilotos é plenamente percebida. Falhas complexas podem ser difíceis de compreender e isso requer uma contribuição ativa de ambos os pilotos para se aprofundar no problema e resolvê-lo. Isto às vezes pode incluir a mudança de papéis entre os pilotos (isto é, o PF se torna momentaneamente o PM) (Maaz, 2022).

O outro benefício de duas operações piloto é que ambos os pilotos podem verificar o trabalho um do outro para garantir que algo seja feito corretamente. Como os humanos cometem erros, mais um par de olhos observando ajuda a minimizar erros que podem levar a um incidente grave. Muitas vezes, incidentes e acidentes foram evitados devido ao cruzamento de informações, que é a norma comum na cabine de um avião comercial (Maaz, 2022).

Um avião comercial moderno é altamente automatizado. Porém, a automação e o sistema de voo automático são simplesmente um subordinado obediente dos pilotos. Ele só pode fazer o que lhe é dito para fazer. Se os aviões comerciais forem operados com um único piloto na cabine, a automação deve ter algumas características que representem o piloto humano que está substituindo. Deve ser capaz de desafiar e responder ao piloto, e deve ser capaz de “dizer” ao piloto o que está fazendo antes que a tarefa seja concluída (Maaz, 2022).

O principal problema com isso é que o piloto só pode programar um computador até certo limite. Um ser humano pode se adaptar ao ambiente em mudança. Infelizmente, um computador só pode executar tarefas de acordo com os códigos nele escritos. Portanto, fica muito difícil dividir as tarefas entre um piloto humano e a automação. Um exemplo simples é este: digamos que uma aeronave está numa aproximação para pousar e, perto do solo, começa a chover forte e os ventos aumentam. O PM liga o limpador de para-brisas sem consultar o PF (Kelsch, 2021; Maaz, 2022).

Assim, os sistemas de piloto automático numa aeronave com operações de piloto único devem ser mais robustos e redundantes, e mais complexos. Este último ponto, a complexidade, é outro ponto interessante de discussão. E se a integração, a sofisticação e a complexidade da automação se tornarem tão altas que um piloto simplesmente não consiga entendê-la? Isto pode ficar muito complicado em situações de falha de automação, onde o piloto pode ter dificuldade em entender o que falhou e o que está funcionando. Isso pode fazer com que ele desconfie do sistema a ponto de não ter confiança em atribuir determinadas funções à automação, aumentando novamente a carga de trabalho. Isso pode tornar tudo muito difícil para o piloto, que tem que gerenciar todos os sistemas, a falha e o próprio voo (Kelsch, 2021).

2.2.3 Avaliação de Risco

Avaliar e gerenciar riscos durante todas as fases do voo é crítico, pois as condições podem mudar rapidamente. O piloto deve avaliar-se com uma lista de verificação de avaliação de risco e a lista de verificação *I/M SAFE*, mas também deve avaliar sua atualidade e proficiência, bem como as condições de voo em relação às suas habilidades e seus mínimos pessoais (Ramon, 2021).

Assim, Ramon (2021) comenta ainda que, o uso de metodologias de avaliação de risco, listas de verificação, planejamento de pré-voo e manuais de gerenciamento de risco ajuda a melhorar a segurança de voo. Além disso,

programas de treinamento como CRM e SRM também contribuem para a melhoria do gerenciamento no *cockpit*.

Novos desenvolvimentos e avanços na indústria da aviação são capazes de melhorar o desempenho das aeronaves e torná-las mais fáceis de voar. Por exemplo, muitos combustíveis contêm menos componentes aromáticos, o que lhes permite uma queima mais limpa em motores de aeronaves. Isto significa menores emissões locais de compostos nocivos em redor dos aeroportos durante a decolagem e aterragem. Os componentes aromáticos também são precursores dos rastros, que podem agravar os impactos das alterações climáticas (Ramon, 2021).

2.2.4 Falta de Treinamento Contínuo

Manter a equipe atualizada com treinamento contínuo para abordar as complexidades das operações e regulamentações é uma necessidade. Como mencionado acima, quando surgem novos desenvolvimentos tecnológicos, estes são normalmente bons para a eficiência e para a redução de emissões, no entanto, há necessidade de os pilotos aprenderem como utilizar os novos equipamentos ou funções da aeronave que acompanham estas mudanças. Pode ser necessário treinamento especializado para poder usar alguns dos novos avanços, como aeronaves elétricas, bolsas de voo digitais, novos procedimentos operacionais e outros desenvolvimentos tecnológicos. Estas mudanças são globalmente boas para os pilotos alongo prazo, mas haverá uma mudança gradual no que os pilotos precisarão de saber para tirar partido das novas perspectivas que surgem com os desenvolvimentos na indústria (Kelsch, 2021).

3 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL (SGSO): UMA ALTERNATIVA

Um bom treinamento é essencial para melhorar a tomada de decisão e o julgamento do piloto quando necessário neste processo. A continuidade e frequência desta qualificação tornam a operação cada vez melhor, permitindo

conhecer de forma mais completa e detalhada da operação e melhorando a utilização dos recursos disponíveis. A boa tomada de decisão está diretamente ligada à experiência, assim como sugere o estudo de Schriver (2008) revelando que os aeronautas mais experientes tendem a associar sintomas de problemas utilizando experiências acumuladas na memória de longo prazo, o que ajuda na solução.

3.1 TREINAMENTO SINGLE-PILOT NA AVIAÇÃO EXECUTIVA

Para aeronautas com menor experiência, a avaliação de uma situação de crise que possa exigir uma ação rápida, é feita de forma individualizada, isso tem limitações, mas leva a mais enganos. Um estudo realizado pelo mesmo autor Schriver (2008), concluiu que aeronautas com mais experiência dispunham de memórias de dados com chance de produzir um impacto positivo nas tomadas de decisões. Para painéis de controle de aeronaves, os requisitos de treinamento de aeronautas mudaram. Antigamente as aptidões exigidas estavam ligadas a aspectos físicos e motores. Hoje, existe uma forte dependência de competências cognitivas e uma ênfase na “gestão”, sublinha o autor.

3.2 SRM E AERONAUTICAL DECISION MAKING (ADM) - TOMADA DE DECISÃO AERONÁUTICA

Muito embora o desenvolvimento tecnológico seja dinâmico na expectativa de transformações positivas para a segurança de voo, ainda ocorrem falhas resultantes da operação dos humanos, que são, estaticamente o elo mais frágil do sistema. Estima-se que aproximadamente 80% dos acidentes das aeronaves de médio e grande porte, utilizadas no transporte aéreo regular, estejam relacionados à ação deste fator humano. Apenas para constar, a grande maioria destes acidentes ocorrem durante as operações de pouso (24,1%) e de decolagem (23,4%) (Schriver, 2008).

A fim de eliminar as questões supramencionadas, se utiliza a tomada de decisão aeronáutica como um padrão sistemático para avaliação de riscos no

gerenciamento dos voos. Desta forma, é necessário compreender-se a SRM como um estudo sobre as atitudes pessoais que podem influenciar tais decisões e como essas atitudes vão modificar e aumentar a segurança a bordo. Em primeiro lugar, para manter a prontidão das situações dinâmicas, os pilotos devem praticar continuamente a manutenção da consciência situacional do ambiente ao seu redor (Schrivver, 2008).

Este item se concentra em apresentar as habilidades do piloto em SRM com o objetivo de mitigar os fatores de risco associados ao voo. A compreensão do processo de tomada de decisão fornece ao piloto uma base para o desenvolvimento de habilidades. Embora algumas situações, como a perda de um motor, exijam uma resposta imediata do piloto usando procedimentos pré-estabelecidos, geralmente há tempo durante o voo para analisar quaisquer alterações que ocorram e avaliar os riscos antes de tomar uma decisão (FAA, 2016).

A gestão de riscos e a intervenção são muito mais do que as simples definições que os termos podem sugerir. São processos de tomada de decisão concebidos para identificar sistematicamente perigos, avaliar o grau de risco e determinar o melhor curso de ação. Esses processos envolvem a identificação de ameaças, seguida de avaliações dos riscos, análise dos controles, tomada de decisões de controle, utilização dos controles e monitoramento dos resultados (FAA, 2016).

Em verdade, o SRM trata de como coletar informações, analisá-las e tomar decisões. Aprender como identificar problemas, analisar as informações e tomar decisões baseadas em dados não é tão simples quanto o treinamento envolvido no aprendizado de manobras específicas. Aprender como julgar uma situação e “como pensar” na infinita variedade de situações encontradas enquanto voamos no “mundo real” é mais difícil (FAA, 2016).

Em primeiro lugar não existe uma resposta certa, mas espera-se que cada piloto analise as situações à luz da sua própria experiência, de seus mínimos operacionais pessoais e nível atual de prontidão física e mental antes de chegar à sua própria decisão. Numa emergência, um piloto pode não sobreviver se aplicar rigorosamente modelos analíticos a cada decisão tomada, pois não há

tempo suficiente para analisar todas as opções. Nestas circunstâncias, ele ou ela devem tentar encontrar a melhor solução possível para cada problema (Kelsch, 2021).

Nas últimas décadas, a investigação sobre a forma como as pessoas tomam decisões, revelou que os pilotos confrontados com uma tarefa carregada de incerteza avaliam primeiro se a situação lhes parece familiar. Em vez de comparar os prós e os contras de diferentes abordagens, eles rapidamente avaliam como um ou alguns cursos de ação parecem possíveis em sua consciência situacional. Os especialistas escolhem a primeira opção viável que encontram. Embora possa não ser a melhor de todas as escolhas possíveis, muitas vezes produz resultados, notavelmente, bons (Kelsch, 2021).

Os termos “naturalista” e “tomada de decisão automática” descreveram este tipo de ação. A capacidade de tomar decisões automáticas vale para uma série de profissionais, desde bombeiros até jogadores de xadrez. Parece que a competência do especialista depende do reconhecimento de padrões e consistências que esclarecem opções em situações complexas. Tais especialistas parecem dar um sentido provisório a uma situação, sem realmente chegarem a uma decisão, lançando ações baseadas na experiência que, por sua vez, desencadeiam revisões criativas (Kelsch, 2021).

Para tomar decisões informadas durante as operações de voo, o piloto também deve estar ciente dos recursos encontrados dentro e fora da cabine de comando. Dado que as ferramentas úteis e as fontes de informação nem sempre são facilmente visíveis, aprender a reconhecer estes recursos é uma parte essencial da formação. Os recursos não devem apenas ser identificados, mas o piloto também deve desenvolver as habilidades para avaliar se há tempo para usar um determinado recurso e o impacto que seu uso terá na segurança. Por exemplo, a assistência do ATC pode ser muito útil se um piloto se perder, mas em um *abnormal procedure*, pode não haver tempo disponível para contatar o controle de tráfego aéreo (Kelsch, 2021).

Portanto, SRM trata de coletar informações, analisá-las e tomar decisões. Aprender como identificar problemas, analisar as informações e tomar decisões

informadas e oportunas não é tão simples quanto o treinamento envolvido no aprendizado de manobras específicas. Aprender como julgar uma situação e “como pensar” na infinita variedade de situações encontradas enquanto voamos no “mundo real” é mais difícil. Não existe uma resposta certa na tomada de decisão; em vez disso, espera-se que cada piloto analise cada situação à luz do nível de experiência, dos mínimos pessoais e do nível atual de prontidão física e mental, e tome a sua própria decisão.

3.3 GERENCIAMENTO DE RECURSOS DE PILOTO ÚNICO (SRM)

Para obter o maior benefício do SRM, o piloto também necessita de um quadro prático para aplicação voando no dia a dia. Uma dessas abordagens envolve avaliação regular de Plano, Avião, Piloto, Passageiros e Programação (Levy, 2017).

O gerenciamento de recursos de piloto único (SRM) é definido como a arte e a ciência de gerenciar todos os recursos (tanto a bordo da aeronave quanto de fontes externas) disponíveis para um único piloto (antes e durante o voo) para garantir o sucesso do voo. SRM inclui os conceitos de ADM, Gestão de Risco (GR), Gestão de Tarefas (GT), Gestão de Automação (GA), *Controlled Flight Into Terrain* (CFIT) - Consciência de Voo Controlado no Terreno e Consciência Situacional (CS). O treinamento SRM ajuda o piloto a manter a consciência situacional, gerenciando a automação e as tarefas associadas de controle e navegação da aeronave. Isso permite que o piloto identifique, avalie e gerencie riscos com precisão e tome decisões precisas e oportunas (Kearns, 2011; Levy, 2017).

O objetivo do SRM é ajudar os pilotos a aprenderem como coletar informações, analisá-las e tomar decisões. Embora o voo seja coordenado por uma única pessoa e não por uma tripulação a bordo, o uso dos recursos disponíveis, como controle de tráfego aéreo e Serviço de Voo, replica os princípios do CRM (Kearns, 2011).

3.3.1 SRM e a verificação 5P

A operação SRM trata de coletar informações, analisá-las e tomar decisões. Aprender como identificar problemas, analisar as informações e tomar decisões informadas e oportunas não é tão simples quanto o treinamento envolvido no aprendizado de manobras específicas. Aprender como julgar uma situação e “como pensar” na infinita variedade de situações encontradas enquanto voamos no “mundo real” é mais difícil. Não existe uma resposta certa no ADM; em vez disso, espera-se que cada piloto analise cada situação à luz do nível de experiência, dos mínimos pessoais e do nível atual de prontidão física e mental, e tome a sua própria decisão (Levy, 2017; Ramon, 2021).

Assim, a gestão de recursos para voos com apenas um piloto - SRM parece bem no papel, mas requer alguns conhecimentos práticos para os pilotos compreenderem-no e usá-lo em seus voos diários. Uma destas aplicações práticas é chamada de “Cinco Ps” (5 Ps). Os cinco Ps consistem em “Plano, Avião, Piloto, Passageiros e Programação”. Cada uma dessas áreas consiste em um conjunto de desafios e oportunidades enfrentados por um único aeronauta. E cada um pode aumentar ou diminuir o risco de concluir o voo com sucesso, com base na potencialidade de um piloto tomar decisões baseadas em dados (Levy, 2017; Ramon, 2021).

Os cinco Ps são usados para avaliar a situação atual do piloto em pontos-chave de decisão durante o voo ou quando surge uma emergência. Esses pontos de decisão incluem pré-voos, de hora em hora ou no ponto médio do voo, antes da descida e imediatamente antes da correção de aproximação final ou para operações de *Visual Flight Rules* (VFR) - regras de voo visual, imediatamente antes de entrar no padrão de tráfego (Ramon, 2021).

Da mesma maneira, os 5 Ps baseiam-se na ideia de que o piloto tem essencialmente cinco variáveis que impactam o seu ambiente e que podem fazer com que, o piloto tome uma única decisão crítica, ou várias decisões menos críticas, que quando somadas podem criar um resultado crítico. Este conceito decorre da crença de que os atuais modelos de tomada de decisão tendem a ser

de natureza reacionária. Uma mudança deve ocorrer e ser detectada para conduzir uma decisão de gerenciamento de risco por parte do piloto. Por exemplo, muitos pilotos utilizam folhas de gestão de risco que são preenchidas pelo piloto antes da decolagem. Eles formam um catálogo de riscos que podem ser encontrados naquele dia e os transformam em valores numéricos. Se o total ultrapassar determinado nível, o voo é alterado ou cancelado. A investigação informal mostra que, embora estes documentos sejam úteis para o ensino dos fatores de risco, quase nunca são utilizados fora dos programas formais de formação. O conceito 5P é uma tentativa de pegar as informações contidas nessas fichas e nos demais modelos disponíveis e utilizá-las (Levy, 2017).

O conceito cinco P depende de o piloto adotar uma revisão programada das variáveis críticas em pontos do voo onde as decisões têm maior probabilidade de serem eficazes. Por exemplo, o momento mais fácil para cancelar um voo devido ao mau tempo é antes que o piloto e os passageiros saiam para carregar a aeronave. Portanto, o primeiro ponto de decisão é o pré-voo na sala de planejamento de voo, onde todas as informações estão prontamente disponíveis para tomar uma decisão acertada e onde os serviços de comunicação e de Operador de Base Fixa (OBF) estão prontamente disponíveis para fazer planos de viagem alternativos (Kearns, 2011).

O segundo ponto mais fácil do voo para tomar uma decisão crítica de segurança é logo antes da decolagem. Poucos pilotos tiveram que fazer uma decolagem de emergência. Embora o objetivo da verificação 5P seja ajudar o piloto a voar, a aplicação correta do 5P antes da decolagem é auxiliar na tomada de uma decisão fundamentada de avançar/não avançar com base em todas as informações disponíveis. Esses dois pontos no processo de voo são pontos críticos de aprovação/rejeição em cada voo (Levy, 2017; Ramon, 2021).

O terceiro lugar para revisar os cinco Ps é no meio do voo. Frequentemente, os pilotos podem esperar até que o Serviço Automatizado de Informações do Terminal (SAIT) esteja ao alcance para verificar o tempo, mas neste ponto do voo muitas boas opções já passaram por trás da aeronave e do piloto. Além disso, a fadiga e a hipóxia em baixa altitude servem para roubar

grande parte da energia do piloto ao final de um dia de voo longo e cansativo. Isto leva a uma transição de um modo de tomada de decisão para um modo de aceitação por parte do piloto. Se o voo durar mais de 2 horas, a verificação 5P deverá ser realizada de hora em hora (Kearns, 2011).

Os dois últimos pontos de decisão são imediatamente antes da descida para a área terminal e imediatamente antes da fixação da aproximação final, ou se for VFR, imediatamente antes de entrar no padrão de tráfego, quando os preparativos para o pouso começam. Alguns pilotos executam aproximações com a expectativa de que sempre pousarão fora da aproximação. Ao usar um processo de pensamento de gerenciamento de risco, o piloto percebe que mudanças nas condições (os 5 Ps novamente) podem fazer com que o piloto desvie ou execute a aproximação perdida em cada aproximação (Ramon, 2021).

3.3.1.1 O plano

O plano também pode ser chamado de missão ou tarefa. Ele contém os elementos básicos do planejamento de *cross-country*, clima, rota, combustível, publicações monetárias, etc. O plano deve ser revisado e atualizado várias vezes durante o voo. Um atraso na decolagem devido à manutenção, mudanças climáticas rápidas e uma restrição temporária de voo TFR de curto prazo podem alterar radicalmente o plano. O plano não trata apenas do plano de voo, mas também de todos os eventos que envolvem o voo e permitem ao piloto cumprir a missão. O plano está sempre sendo atualizado e modificado e responde especialmente às mudanças nos outros quatro Ps restantes. Se não for por outro motivo, a verificação 5P lembra ao piloto que o plano de voo do dia é real e está sujeito a alterações a qualquer momento (Kearns, 2011).

Obviamente, o clima é uma grande parte de qualquer plano. A adição de informações meteorológicas de *link* de dados em tempo real dá ao piloto uma vantagem real em condições climáticas adversas, mas somente se o piloto for treinado para recuperar e avaliar o tempo em tempo real sem sacrificar a consciência situacional. E, claro, as informações meteorológicas devem orientar uma decisão, mesmo que essa decisão seja continuar com o plano atual. Os pilotos de aeronaves sem previsão meteorológica de link de dados devem obter

informações meteorológicas atualizadas durante o voo por meio do *Flight Service* (Kearns, 2011).

3.3.1.2 O avião

Tanto o plano quanto o avião são bastante familiares para a maioria dos pilotos. O avião consiste na série usual de problemas mecânicos e cosméticos que todo piloto, proprietário ou operador de aeronave pode identificar. Com o advento da aviãoica avançada, o avião se expandiu para incluir moeda de banco de dados, status de automação e sistemas de backup de emergência que eram desconhecidos há alguns anos. Muito tem sido escrito sobre voos IFR de piloto único, com e sem piloto automático. Embora esta seja uma decisão pessoal, é apenas isso: uma decisão. O IFR baixo em uma aeronave não equipada com piloto automático pode depender de vários outros Ps a serem discutidos. A proficiência do piloto, a moeda e a fadiga estão entre eles (Kearns, 2011; Ramon, 2021).

3.3.1.3 O piloto

Voar, especialmente quando usado para transporte comercial, pode expor o piloto a voos em grandes altitudes, longas distâncias e resistência, e condições climáticas mais desafiadoras (Kearns, 2011). A combinação de madrugada, fadiga do piloto e os efeitos do voo sustentado acima de 5.000 pés pode fazer com que os pilotos se tornem menos criteriosos, menos críticos em relação às informações, menos decididos e mais complacentes e receptivos.

Assim como a parte mais crítica do voo se aproxima (por exemplo, uma aproximação noturna por instrumentos com mau tempo após um voo de 4 horas), a guarda do piloto é a mais baixa. O processo 5P ajuda o piloto a reconhecer a situação fisiológica no final do voo, antes da decolagem, e continua a atualizar as condições pessoais à medida que o voo avança. Uma vez identificados os riscos, o piloto está em melhor posição para fazer planos alternativos que diminuam o efeito destes fatores e forneçam uma solução mais segura (Kearns, 2011).

3.3.1.4 Os passageiros

Uma das principais diferenças entre CRM e SRM pode incluir a forma como os passageiros interagem com o piloto. O piloto de uma aeronave monopiloto pode frequentemente interagir com os passageiros. Na verdade, o piloto e os passageiros podem sentar-se ao alcance do braço (Ramon, 2021).

3.3.1.5 A programação

Os *displays* de instrumentos eletrônicos, o *Global Positioning System* (GPS) e o piloto automático reduzem a carga de trabalho do piloto e aumentam a consciência situacional do piloto. Embora a programação e a operação desses dispositivos sejam bastante simples e diretas, ao contrário dos instrumentos analógicos que substituem, eles tendem a capturar a atenção do piloto e mantê-la por longos períodos de tempo. Para evitar esse fenômeno, o piloto deve planejar com antecedência quando e onde a programação de aproximações, mudanças de rota e coleta de informações aeroportuárias deverá ser realizada, bem como os horários em que não deverá. A familiaridade do piloto com o equipamento, a rota, o ambiente de controle de tráfego aéreo local e as capacidades pessoais em relação à automação devem conduzir quando, onde e como a automação é programada e usada (Ramon, 2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou compreender a operação *single-pilot* na aviação executiva, e pode-se concluir que, uma condição para operações com um único piloto é que sejam pelo menos tão seguras como com dois profissionais nos comandos. A partir do desenvolvimento do trabalho, a pesquisa deu mostras de que o problema está relacionado aos principais fatores que confirmam o grau de segurança e confiabilidade para uma operação *single-pilot*. O modelo denominado SRM parece oferecer o treinamento para que se mantenha a consciência situacional em níveis compatíveis com as necessidades

de um alto gerenciando da automação e das tarefas associadas de controle e navegação em uma moderna aeronave executiva. Isso permite que o piloto identifique, avalie e gereencie riscos com precisão e tome decisões precisas e oportunas.

Na segunda seção desta pesquisa, foi possível identificar que a aviação executiva surgiu da evolução da aviação civil no final da década de 1920 e início da década de 1930. Naquela época, as aeronaves começaram a ser utilizadas para viagens de negócios e serviços privados de passageiros. Nesta época as aeronaves foram usadas para viagens de negócios, passeios promocionais ou eventos esportivos. Foram essas primeiras aeronaves que deram início à história da aviação executiva. Nesse período, a atividade iniciou um caminho de transição e evolução dos modelos utilizados, como o *Beechcraft*, *King Air* e o *Cessna*, *Citation*, permitindo voos mais rápidos e confortáveis para viajantes de negócios.

Na terceira seção, ficou identificado que o SRM é definido na literatura como a arte e a ciência de gerenciar todos os recursos (tanto a bordo da aeronave quanto de fontes externas) disponíveis para um único piloto (antes e durante o voo) para garantir o sucesso do voo. O SRM inclui os conceitos de Tomada de Decisão Aeronáutica, Gestão de Risco, Gestão de Tarefas, Gestão de Automação, Consciência de Voo Controlado no Terreno e Consciência Situacional.

Portanto, confirma-se a ideia inicial deste trabalho de que, a aviação executiva está evoluindo tecnologicamente, mas desta vez definindo a prioridade do fator humano, principalmente, levando se em consideração um novo tempo das operações *single-pilot*.

REFERÊNCIAS

ANAC. **Principais diferenças de exigências e requisitos entre Táxi-aéreo e Aviação Privada.** (2021). Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/passageiros/taxi-aereo/infografico-abag-taxi-vs-privado-v5.png/view> Acesso em: 26 set. 2023.

FAA. **Management of single pilot crew resources.** (2022). Disponível em: <https://www.faa.gov/newsroom/safety-briefing/single-pilot-crew-resource-management> Acesso em: 26 set. 2023.

FAA. **Manual de Conhecimento Aeronáutico do Piloto**; DOT: Washington, DC, EUA, 2016.

FAJER, M; ALMEIDA, I. M; FISCHER, F. M. Fatores contribuintes aos acidentes aeronáuticos. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, p. 432-435, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/wgKCgCmyJ4bL34N6j8tVG8j/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.

FINK, G. **Stress: Concepts, Cognition, Emotion and Behavior**. Elsevier; Amsterdam, Netherlands: 2016. Stress, definitions, mechanisms and effects described: Lessons from anxiety; pages. 3–11, 2016.

HU, X; LODEWIJKS, G. Detection of fatigue in car drivers and aircraft pilots through non-invasive measures: The value of differentiating between drowsiness and mental fatigue. **J. Saf. Res**; v. 72, p. 173-187, 2020. doi: 10.1016/j.jsr.2019.12.015

KEARNS, S. Online single-pilot resource management: Assessing the feasibility of computer-based safety training. **The International Journal of Aviation Psychology**, v. 21, n. 2, p. 175-190, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10508414.2011.556499> Acesso em: 19 out. 2023

KELSCH, L. P. **Operação Single-Pilot em aeronaves a jato**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina. (2021). Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17692/1/TCC%20Publica%C3%A7%C3%A3o%20Final.pdf> Acesso em: 26 set. 2023.

LEVY, T. Proposta de Aplicação do SRM (Single-pilot Resource Management) e Padronização do Segmento Privado da Aviação no Brasil. **Revista Conexão SIPAER**, v. 8, n. 2, p. 108-120, 2017. Disponível em: <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/viewFile/439/384> Acesso em: 19 out. 2023

MAAZ, M. A. **Single Pilot Operations: The Risks and Challenges**. (2022). Disponível em: <https://simpleflying.com/single-pilot-operations-risks-challenges/> Acesso em: 26 set. 2023.

MARCUS, J. H; ROSEKIND, M. R. Fadiga no transporte: investigações do NTSB e recomendações de segurança. **Inj. Anterior**; v. 23, p. 232–238, 2017. doi: 10.1136/lesãoprev-2015-041791

MICHAELS, W. **A história da primeira companhia aérea do mundo**. (2012). Disponível em: <https://www.iata.org/en/about/history/flying-100-years/firstairline-story/> Acesso em: 26 set. 2023.

RAMON, S. G. **O uso do SRM (single-pilot resource management) na aviação.** (2021). Disponível em:

https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/anima/17699/5/tcc_uso%20do%20srm%20%28singlepilot%20resource%20management%29%20na%20aviac%cc%a7a%cc%83o_final_23novrunapdfa.pdf Acesso em: 26 set. 2023.

SOAVE, D. **Operações Single-Pilot.** Palhoça: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2016. 49 f. Curso de Ciências Aeronáuticas. Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8076/1/Monografia-%20DANILO%20SOAVE.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SCHRIVER, A. T.; et. al., Expertise differences in attentional strategies related to pilot decision making. **Human Factors:** The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, v. 50, n. 6, p. 864-878. MAAD Division of Alion Science & Technology Corporation. Boulder, Colorado. 2008.

