

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE ESCOLA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

VICTOR FERNANDO PIRES DA SILVA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA NAS OPERAÇÕES AÉREAS

GOIÂNIA
2020

VICTOR FERNANDO PIRES DA SILVA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA NAS OPERAÇÕES AÉREAS

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

Orientador: Prof. Me. Fabricio Schlag.

GOIÂNIA
2020

VICTOR FERNANDO PIRES DA SILVA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS OPERAÇÕES AÉREAS

GOIÂNIA-GO, ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Fabricio Schlag	_____
CAER/PUC-GO	Nota: ____
Prof. Me. Raul Francé Monteiro	_____
CAER/PUC-GO	Nota: ____
Prof. Me. Alisson Rodrigues Alves	_____
UNIGOIÁS	Nota: ____

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Painel analógico, Boeing 707.....	14
Figura 2: Painel digital, Airbus A380.....	14
Figura 3: Garmin aviônico G600.....	15
Figura 4: Garmin aviônico G3000.....	16

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ATC -	<i>Air Traffic Control</i>
ATM -	Gerenciamento de tráfego aéreo
FAA -	<i>Federal Aviation Administration</i>
IA -	Inteligência Artificial
IOT -	<i>Internet of Things</i>
TCAS -	<i>Traffic Collision Avoidance System</i>
VANT -	Veículo aéreo não tripulado

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS OPERAÇÕES AÉREAS

Victor Fernando Pires da Silva¹
Fabricio Schlag²

RESUMO:

A inteligência artificial pode ser baseada em sistemas inteligentes e autônomos, que vinculados à aviação propiciam a automação computacional da aeronave, trabalhando em conjunto com os pilotos para o gerenciamento da cabine. A inteligência artificial, além de poder estar nos *cockpits* das aeronaves, pode ser incluída em todas as partes operacionais que envolvem a aviação e é considerada uma ferramenta primordial no auxílio de todas as partes envolvidas na aviação, contudo ainda traz muita complexidade em seu uso. Logo, os treinamentos das tripulações estão sendo frequentes e aprimorados. Diante disso, a inteligência desses sistemas nas aeronaves assusta um pouco, por medo de não conseguir manusear cada um dos detalhes desta tecnologia, já em outros casos, alguns pilotos se acham muito confiantes nas operações desses sistemas. A comodidade e a confiança humana em uma aeronave autônoma é muito alta, em questão de acontecer algo de errado com a aeronave em voo e a tripulação não perceber e nem tomar alguma atitude a respeito, aguardando que os sistemas façam isso por elas e, assim, ocasionar algum acidente por falta de tomada de decisão da tripulação. Entretanto, estes sistemas inteligentes das aeronaves podem sim evitar um acidente aéreo, porém, necessitam do gerenciamento dos pilotos, e não deixando de ser considerada uma ferramenta de apoio. Neste trabalho, será apresentada a inclusão da automação computacional na aviação, no âmbito da inteligência artificial, para o benefício dos pilotos, dos controladores de tráfego aéreo e dos passageiros com foco em segurança de voo.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Automação na Aviação; Tecnologia Computacional.

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Endereço eletrônico: victorfernandopires15@gmail.com

² Mestre em Engenharia Elétrica Pela Universidade de Brasília (2007), e Professor na PUC-Go.

ABSTRACT:

Artificial intelligence can be based on intelligent and autonomous systems, which linked to aviation provides the famous computer automation of the aircraft, working together with the pilots to manage the cabin. Artificial intelligence, in addition to being in the cockpits of aircraft, can be included in all operational parts that involve aviation and is considered a primary tool in helping all parties involved in aviation, but it has brought a lot of complexity in its use. Therefore, the training of the crews is being frequent and well improved. Therefore, the intelligence of these systems in the aircraft is a little frightening, for fear of not being able to handle every detail of this technology, in other cases, some pilots are very confident in the operations of these systems. The comfort and human confidence in an autonomous aircraft is very high, as a matter of something going on with the aircraft in flight and the crew does not notice or take any action about it, waiting for the systems to do it for them and so on. , cause an accident due to lack of crew decision making. However, these intelligent aircraft systems can prevent an air accident, however, they need the management of the pilots, and still be considered a support tool. In this work, it will be presented on the inclusion of computational automation in aviation in the scope of artificial intelligence for the benefit of pilots, air traffic controllers and passengers with a focus on flight safety.

KEY WORDS: Artificial Intelligence; Automation in aviation; Computational Technology.

INTRODUÇÃO

A falta de preparo dos pilotos em relação aos sistemas mais modernos de aviônicos, como *cockpit* digital, pode se tornar um problema sério durante determinada etapa de um voo. O manuseio destes sistemas inteligentes na visão do espectador pode ser considerado de modo fácil, mas a compreensão deles e do que eles transmitem para os pilotos é bastante complexo, pois existem alguns limitantes. Portanto, o sistema não recebendo as informações que necessita, automaticamente não saberá o que fazer e, assim, desativará e reconduzirá os comandos para modo manual dos pilotos. Em certos casos, devido a dependência da automação, os pilotos acabam se acomodando e não percebendo todo esse comportamento da aeronave.

Esse estudo busca compreender a relação entre o homem e a máquina, seus benefícios, seus riscos e todas essas tecnologias computacionais que vem se desenvolvendo a cada ano. Essas tecnologias geram uma segurança maior nas operações aéreas, diante disso que as fabricantes de aviônicos e inteligência artificial estão se inovando e desenvolvendo mais a cada ano.

A metodologia utilizada busca analisar todos os fatores que podem influenciar no comportamento humano, a partir dessa automação das aeronaves. Estudos de casos foram levados em consideração para construção da pesquisa como um todo.

Em um possível acidente ou incidente, desencadeado através de conflitos entre máquina e humano, quem é o responsável pelo dano? Controlador de tráfego aéreo, máquina ou pilotos? O tribunal responsabilizará quem? A legislação foi apresentada e deixada de forma clara que o homem tem total responsabilidade na tomada de decisão sobre a máquina. E em caso de julgamento o homem é quem será julgado, pois a inteligência artificial é uma ferramenta de auxílio ao tripulante.

Um dos objetivos do trabalho é entender que a automação das aeronaves busca auxiliar o piloto e não retirá-lo do comando do *cockpit*.

1 O DESENVOLVIMENTO DA AVIAÇÃO ATRAVÉS DE TECNOLOGIAS INTELIGENTES

Conforme a evolução da humanidade, as tecnologias se tornaram fatores preponderantes para tal evolução acontecer. A aviação foi um dos setores que mais cresceu, além de possuir sistemas inovadores e computacionais, possuem inteligência artificial em todas essas redes, transformando em um sistema autônomo, com a mesma capacidade de um cérebro humano (LELLIS ROSSI, 2018).

1.1 Modernidades impactantes de novas tecnologias

Quando falamos de sistemas inteligentes, notamos que um princípio fundamental para que tudo ocorra perfeitamente são os dados (algoritmos) utilizados como conhecimento para solucionar uma questão específica, e as tecnologias que recebem esses dados exigem que cheguem com uma boa qualidade. Pois, se não receberem dados de qualidades e que sejam confiáveis, não irão desenvolver suas tarefas como esperado. Atualmente falar de tecnologias é algo muito complexo e prazeroso para a sociedade, pois as tecnologias não param de a sua evolução, sempre buscando uma melhoria na qualidade de vida das pessoas. Podemos citar um exemplo de tecnologia avançada que surgiu recentemente, a tecnologia 5G³, a perspectiva sobre a inovação é das mais otimistas. Um estudo da Qualcomm (2017) prevê que o 5G gere 22 milhões de empregos e produza até 12,3 trilhões de dólares em bens e serviços até 2035 (GUSMÃO, 2018).

O 5G é uma novidade que impacta todo setor aéreo, pois chega para revolucionar, desenvolver e aprimorar sistemas já existentes, auxiliando em aeroportos para as comunicações entre aeronaves, operações aeroportuárias, gerenciamento de bagagem e processamento de passageiros. Falando sobre o 5G, não podemos deixar de citar a Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*: que tem total autonomia em conectar objetos físicos à internet, possibilitando total comunicação entre objeto e usuário), a Inteligência Artificial e outras inovações que

³ O 5G é a quinta geração de redes de dados móveis (MENDES, 2014).

ele possibilita. Já estamos usando 4G em IoT para soluções em torno de nosso processamento biométrico de passageiros e o gerenciamento de bagagem (REVISTA EMBARQUE, 2020).

A adoção do 5G fornecerá muito mais oportunidades no ambiente aéreo. A conectividade será muito mais expressiva e flexível. As novas redes permitirão grandes fluxos de dados, fornecendo visualizações seguras em tempo real, preditivas e históricas das operações dos aeroportos, isso tornará a colaboração entre aeroportos, companhias aéreas, agentes de solo e controladores de tráfego aéreo mais fácil e eficaz. O resultado será o monitoramento inteligente de filas em todo o aeroporto, o rastreamento e controle de veículos autônomos que auxiliam na viagem dos passageiros. Os veículos na rampa serão acessados por rebocadores e os carrinhos de bagagem conectados serão controlados remotamente. (REVISTA EMBARQUE, 2020).

Para os passageiros todas essas modernidades tecnológicas serão de ganho extraordinário, pois terão acesso à internet de boa qualidade, produzindo entretenimento para se navegar em todo período do voo e em solo. Isso tem um grande peso de importância para alguns, principalmente aqueles que não querem perder tempo, ocupando-se no desenvolvimento de alguma tarefa. Exemplo disso são: os empresários e executivos que possuem várias reuniões e negócios importantes. Todas as empresas aéreas prestam os mesmos serviços, o que as tornam melhores que as outras são os serviços diferenciados, como um aplicativo inovador que facilite a vida dos passageiros. Isso influenciará os passageiros na escolha de qual empresa aérea voar e a tecnologia é peça fundamental para a decisão (REVISTA EMBARQUE, 2020).

1.2 A inteligência artificial e seu valor agregado na aviação

A inteligência artificial (IA) se desenvolveu de um ramo de pesquisa da ciência da computação, que é voltado para construir mecanismos e dispositivos inteligentes e autônomos. Todos os sistemas dependem de uma parametrização adequada, pois será a base da IA, a tecnologia está ganhando um avanço muito rápido e como consequência seus impactos estão sendo profundos na sociedade. O avanço da IA está sendo devido a troca de humanos pelas máquinas, pelo fato de fazer os mesmos serviços com uma maior rapidez e mais eficiência. Uma

máquina não possui o cansaço físico de um ser humano, isso é que as torna diferenciadas na escolha de substituição pela mão de obra humana, pois possuem capacidade produtiva elevada. Essas máquinas funcionam através de algoritmos e dados, que são desenvolvidos por humanos, porém a máquina por meio da singularidade, buscará o conhecimento e a aprendizagem por conta própria, tornando-a um sistema inteligente (TEIXEIRA, 2019).

A inteligência artificial está presente em cada meio ao nosso redor, auxiliando no trânsito, com aplicativos de sistema de posicionamento global (GPS), além de buscar sempre uma alternativa mais rápida e atualizada para o nosso destino.

Na aviação não é diferente, a IA é um dos fatores primordiais para auxiliar nas operações, facilitando e simplificando a vida dos colaboradores e dos consumidores (clientes). Mas o foco principal é a segurança de voo, sendo assim a IA entra com papéis fundamentais, como no controle de tráfego aéreo, um dos serviços mais importantes, cansativos e estressantes da aviação, ela viria auxiliar na organização das aeronaves, apresentando no radar para os controladores, de forma simplificada, a posição, o rumo, altitude, velocidade, informações de que se está subindo, descendo ou nivelado, além de avisos sonoros em caso de aproximações de aeronaves em rota de colisão.

O uso da automação propõe segurança, reduzindo a fadiga e a carga de trabalho dos pilotos, possibilitando um poder maior de tempo para julgamentos e tomadas de decisões, podendo assim gerenciar de uma forma mais eficiente os sistemas e toda operação que envolve a aeronave (GOMES, 2019).

1.3 O desenvolvimento para a segurança operacional

Quando se fala de segurança operacional na aviação, engloba-se todo um sistema de padronização e vários outros procedimentos, pois o que a torna tão segura é um conjunto de padrões, devido justamente aos estudos de prevenção e investigação de acidentes aéreos. O gerenciamento do risco é considerado peça fundamental nas operações aéreas também, trabalhando de forma proativa para que profissionais da aviação sigam regulamentos e padrões desenvolvidos por autoridades da aviação civil (RICCO, 2015).

A segurança em voo é elemento essencial para o sucesso na aviação e diversas técnicas são utilizadas para o seu aprimoramento. Uma delas é a IA, que demonstra uma melhoria significativa para a segurança de voo e desde então as aeronaves e todo o setor aéreo só vem ganhando mais forças com as novas tecnologias. Um dos exemplos fundamentais dado a inteligência artificial é o *Traffic Collision Avoidance System* (TCAS), que é um sistema de anticollisão equipado em aeronaves, a sua função é evitar colisões em voo, ele trabalha com toda a autonomia de percepção de outras aeronaves, se comunicando de forma automática pelo Controle de Tráfego Aéreo (ATC) e o *transponder* da aeronave, enviando informações de altitude entre as aeronaves uma vez que o TCAS e o transponder trabalham juntos. O sistema TCAS é tão preciso que poderia evitar o choque (em uma situação de teste) de até seis aeronaves em rota de colisão. E graças a essas tecnologias inteligentes que é possível voar com segurança (RODRIGUEZ, 2014).

Nunca se voou tão seguro quanto hoje, graças a todos esses sistemas autônomos e inteligentes. A inteligência artificial se mostrou tão eficaz na indústria da aviação que, por meio dessas tecnologias, é gerado uma grande confiança nos pilotos, passageiros e todos que fazem parte dessas operações. Os impactos ambientais, as falhas, os erros, os acidentes e os incidentes se tornaram fatores preponderantes para novos desenvolvimentos de tecnologias que sanem problemas repetitivos. Para que a máquina atue perfeitamente, ela necessita receber dados sólidos para que se obtenha uma compreensão de qual será a tarefa exigida. Nessa fase é onde ocorrem os erros, pois em certas situações a máquina não consegue consolidar os dados recebidos, neste ponto, a máquina se desativa e devolve o controle para o responsável em comando (HESPANHOL, 2016).

Podemos citar um incidente que ocorreu recentemente, dia 25 de setembro de 2020 com um Airbus A320neo da Azul, tudo ocorreu quando a aeronave foi para o pouso no aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro. A aeronave fazia uma aproximação padrão para pousar na pista 20L, quando então o sistema computacional da aeronave emitiu um aviso de pista curta. A tripulação não descartou o aviso e decidiram fazer uma nova aproximação de pouso na mesma pista, mantendo a altitude da aeronave mais baixa, porém, a aeronave apresentou o mesmo aviso de pista curta. A tripulação então assumiu a responsabilidade decisória da situação e solicitaram ao controle de tráfego aéreo

uma nova tentativa de pouso no aeroporto internacional do Rio de Janeiro Galeão, onde ocorreu uma aproximação e um pouso bem-sucedido. Podemos analisar esta situação como forma perfeita de interação máquina e homem, pois a inteligência artificial do sistema da aeronave não foi descartada mas sim respeitada pela tripulação, até o ponto que o piloto em comando pode ter total autonomia para tomar a melhor decisão e não esperado que a máquina fizesse isto, pois ela é apenas uma ferramenta de apoio (VIANA, 2020).

A capacidade humana dos pilotos em lidar com toda essa inovação, vem se tornando cada vez mais dominante, dado que na aviação a IA atualmente governa em todas as aeronaves, diante disso se torna fundamental uma boa preparação e um treinamento adequado para lidar com toda essa automação. No próximo capítulo, será tratado da inteligência de uma aeronave com a de um homem, trabalhando juntos (ROHRSETZER, 2017).

2 A CONECTIVIDADE ENTRE HOMEM E MÁQUINA

A singularidade tecnológica é denominada um avanço tecnológico que se desenvolve rapidamente, se tornando complexo para a sociedade e para as relações humanas, além de produzir mudanças inconcebíveis e irrefreáveis. As empresas de aviação civil, quando promovem processos seletivos para vagas de emprego, buscam analisar o perfil gerenciador do candidato, pois ele irá lidar com máquinas autônomas, inteligentes, que necessitam apenas de uma conectividade com o homem, sendo sua principal ferramenta de apoio. (ROHRSETZER, 2017)

2.1 Automação (controle por dispositivo computacional)

A eletrônica e a aviação, juntas, interagem e se desenvolvem substituindo os dispositivos analógicos pelas aplicações em instrumentos digitais nos elementos *cockpit*. Através de todos esses sistemas autônomos, onde a máquina e o ser humano interagem de forma contínua, a aviação se torna mais segura. Um piloto comercial, atualmente, é mais um gerenciador de todos esses sistemas computacionais do que mesmo um piloto, pois o piloto automático voa a aeronave durante maior parte de toda a operação, e o piloto apenas gerencia as ações do sistema (LIASCH, 2016).



Figura 1: Painel analógico, Boeing 707 (LIASCH, 2016).



Figura 2: Painel digital, Airbus A380 (LIASCH, 2016).

Todos os *cockpits* nos dias atuais, independentemente das fabricantes, foram dominados por telas computacionais e sistemas eletrônicos, um exemplo desses sistemas é o *Fly-by-wire*, apresenta êxito total na autonomia dos comandos de voo da aeronave. Após o desenvolvimento desses sistemas autônomos a carga de trabalho dos pilotos diminuiu consideravelmente, pois a aeronave voa sozinha, tendo apenas suportes de ajustes nos comandos de piloto automático por parte dos tripulantes. A partir dessa comodidade e da confiança que a automação trouxe para as aeronaves, os sistemas tecnológicos e inteligentes não param de dominar as operações aéreas, enriquecendo sempre mais seu mercado e a demanda das pessoas em voar, viajar, pois muitos ainda possuem medo de transportes aéreos. E graças a segurança operacional, a padronização que se desenvolveu a partir de muitos erros cometidos anteriormente, se aprimora a lidar com toda essa automação, cada dia é uma aprendizagem nova e diferente (LIASCH, 2016).

A Garmin é uma indústria de tecnologias que desenvolve sistemas inteligentes e autônomos, veio para substituir os aviônicos analógicos. Essa indústria se tornou muito conceituada no mercado aeronáutico, devido a seus aviônicos, com telas digitais que exibem todas as informações para os pilotos necessitam, como: velocidade, altitude, proa, rota, radar meteorológico entre outros. Veja a Figura 3 um modelo da Garmin (GARMIN, 2020).



Figura 3: Integração de sistemas aviônico da Garmin G600 (GARMIN, 2020).

A empresa Garmin desenvolveu um sistema autônomo chamado Autoland, disponível no equipamento aviônico Garmin G3000 para aeronaves pequenas, que em caso de emergência, o piloto ou passageiro tenha total facilidade e acesso a um simples botão. Após ser acionado ele recebe uma variedade de informações e critérios, como o clima, combustível a bordo, geografia do terreno ao redor da aeronave. O sistema, então, buscará o aeroporto mais próximo, calculando toda a rota até ele, se ocupará da comunicação com o controle de tráfego aéreo, informando suas intenções de forma automática, toda a configuração da aeronave será feita pelo sistema de forma autônoma, incluindo potência do motor, ativação do trem de pouso, posicionamento correto dos flaps e até mesmo a aplicação dos freios após o pouso (UBIRATAN, 2019).

Ao tocar o solo o sistema busca a linha central da pista para parar a aeronave no espaço correto. Inclusive o desligamento dos motores é automatizado, para que todos os ocupantes a bordo da aeronave possam sair com segurança, até mesmo em um caso mais grave e urgente, sendo assim, as equipes de solo poderão prestar o devido socorro. Se em caso de resolução da pane ou de desistência da operação do pouso automático, o piloto pode desconectar o sistema

Autoland e recuperar o controle da aeronave apenas pressionando um interruptor do piloto automático (UBIRATAN, 2019).



Figura 4: Garmin aviônico G3000 (GARMIN, 2020).

O sistema Autoland da Garmin foi aprovado pela *Federal Aviation Administration* (FAA) em aeronaves Piper M600. Pois possui outros sistemas já acoplados no pacote de fábrica da Piper, incluindo o Autoland e o sistema Autothrottle da Garmin. Todos esses sistemas acoplados na aeronave funcionam em conjunto, outras aeronaves já aguardam a aprovação para receber o novo sistema G3000. Mesmo que o sistema Autoland possa pousar aeronaves em segurança, ele é indicado apenas para emergências, pois necessita de alguns requisitos, como uma pista com aproximação GPS, com orientação lateral e vertical (glide e rampa), para que tudo se acople e trabalhe em conjunto. Conforme publicado pela FlightMarket (2015) as aeronaves Piper M600 que se encontram equipadas com o Garmin G3000, estão avaliadas em 2.82 milhões de dólares nos Estados Unidos (ABAG, 2020).

Todo esse envolvimento com a automatização das aeronaves está transformando a forma de pilotagem e de comportamento das tripulações no *cockpit*, por sua vez os pilotos estão perdendo a prática de pilotagem tradicional e se

acomodando aos sistemas autônomos, havendo total confiança em seu procedimento operacional (GOMES, 2019).

2.2 Comportamento humano com toda essa tecnologia

A falta de preparo de certas tripulações, quanto a operação em sistemas recentes de aviônicos, pode ocasionar riscos para a segurança de voo. Muitos acidentes e incidentes já foram causados por de equívocos durante a operação de equipamentos como o Glass Cockpit. Esses sistemas também apresentam desafios novos e únicos para o treinamento de voo que não se aplicam aos instrumentos convencionais. A incapacidade de simular vários modos de falha podem limitar a capacidade de um examinador em treinar e avaliar as habilidades de pilotos em diferentes situações como emergência e panes. (CENIPA, 2018)

Todos os pilotos em sua formação recebem um certo treinamento e preparação, para que possam estar preparados, para algum tipo de eventualidade que ocorra na prática. A tomada de decisão é fator preponderante em situações adversas, pois será a definição de uma boa e segura escolha, desencadeando uma operação padronizada e eficaz. O processo de julgamento é fator essencial em qual decisão será tomada. A base na qual uma boa tomada de decisão é feita, se dá através de habilidades de reconhecimento que são compostas de percepções e conhecimentos. Entretanto, uma tomada de decisão adequada é uma habilidade que os pilotos possuem total capacidade para dominar (ROCHA, 2018).

Para Billings (1997), a dependência de automação tem sido comum entre pilotos, pois se tornou uma ferramenta de apoio muito agradável, possibilitando um desgaste menor para os pilotos. Porém, estes sistemas tecnológicos das aeronaves trazem algumas consequências e uma delas é a falta de confiança das tripulações em operações que algum destes sistemas estejam inoperantes. Uma situação que pode ser colocada em risco, se considerado este déficit na confiança, que acaba sendo gerado por uma combinação inadequada de conhecimento, falta de voo manual e gerenciamento.

Após muitos treinamentos para pilotos envolvendo a interação com a inteligência artificial e toda aquela automação das aeronaves, foi alcançado satisfatoriamente uma cooperatividade entre máquina e homem, resultando em operações aéreas seguras. Porém, a autoridade absoluta no *cockpit* sempre será

a do piloto, possuindo a palavra final, na parte da tomada de decisão, emergência e quando achar relevante. A inteligência artificial foi desenvolvida para prestar apoio ao homem em suas operações. Em caso de alguma circunstância adversa, o homem, o piloto ou o programador daquele sistema inteligente é quem irá a julgamento (VALENTIM, 2019).

2.3 Legislação aplicada

O uso da inteligência artificial é reconhecido como tecnologia desenvolvida para auxiliar os seres humanos, com a intenção de gerar praticidade e melhoria no cotidiano de cada um. Contudo, para tudo existem leis, princípios e direitos conforme instrumentos de governança para o uso da IA. Alguns desses conceitos são: o respeito à dignidade humana, o respeito aos direitos humanos, a garantia da proteção da privacidade, dos dados pessoais, a liberdade, a supervisão humana, etc. Conforme o projeto de lei N° 5051, de 2019 o congresso nacional decreta:

Art. 4º Os sistemas decisórios baseados em Inteligência Artificial serão, sempre, auxiliares à tomada de decisão humana (VALENTIM, 2019).

Em um possível acidente ou incidente aéreo, desencadeado por meio de conflitos entre máquina e humano, o responsável que irá em julgamento será o homem, pois quem tem total autonomia decisória é o homem, sendo que a inteligência artificial é considerada uma ferramenta de apoio, necessariamente. Em uma situação em que a máquina cometer erro, o tribunal avaliará se a parametrização da máquina foi de má-fé ou se ela cometeria esse erro como qualquer ser humano (VALENTIM, 2019).

2.4 Futuro da IA na aviação

Algumas indústrias de aviação civil, promovem testes e buscam desenvolver aeronaves 100% autônomas, sem tripulação, pilotadas automaticamente, sem um piloto sequer no *cockpit*. Os sistemas estão cada dia mais inteligentes, querendo substituir o humano em sua função. Ele é considerado

o ponto fraco de uma operação aérea, pois possui fadiga e erro humano, mas não apenas isto, também emoções, sentimentos, e sendo assim, se torna imprevisível devido ao estado psicológico dele. Comparado a uma máquina inteligente, todo esse envolvimento psicológico não existiria, pois a máquina não ficaria cansada e nem deprimida, porém a máquina pode falhar, cometer erros como um humano, sendo que foi programada por um humano. (DVORSKY, 2015).

As operações aéreas são muito vastas, com desenvolvimento contínuo, e para que possa continuar se desenvolvendo de forma rica, utiliza-se do auxílio da inteligência artificial. Podemos citar o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), em que toda a aeronave é projetada para operar sem piloto a bordo, conhecido popularmente como drones. Os VANT são pequenas aeronaves que são controladas remotamente, algumas recreativas e outras não, tem todo um recurso de sistemas para que o indivíduo possa operar um VANT, como: estação de pilotagem, equipamentos de apoio para que a operação aconteça com finalidade não recreativa e possuem a capacidade de se integrar e interagir com o ambiente de gerenciamento de tráfego aéreo (ATM) (PECHARROMÁN, 2018).

Já os drones que são usados para finalidades recreativas, estão causando transtornos para as autoridades de aviação civil e até mesmo colocando a segurança de voo de aeronaves comerciais em perigo. Dessa forma, os VANTs estão proporcionando muitos benefícios, como na agricultura, no auxílio a entregas de mercadorias e até mesmo no desenvolvimento da aviação comercial e segurança de voo. A inteligência artificial dos VANT é bem desenvolvida, são capazes de pousar controladamente sozinhos, possuem um sistema de aviso de alerta de objetos e até mesmo são capazes de retornarem absolutamente sozinhos ao ponto de decolagem, além de várias outras inteligências. Notamos que a inteligência artificial é fator primordial para os VANT, para seu desenvolvimento e evolução, pois sem ela não seria um dispositivo autônomo e remoto. (PECHARROMÁN, 2018).

É oportuno prever que com os Veículos Aéreos Não Tripulados diminuirão a necessidade de helicópteros, que serão capazes de conduzir operações nas quais o uso de helicópteros seria demasiadamente caro ou perigoso. Espera-se, também, das companhias aéreas a diversificação, oferecendo o transporte de drones (PECHARROMÁN, 2018). A seguir veremos sobre um dos avanços futuros para os VANTs:

No futuro, os dados coletados por VANTs serão imediatamente processados na nuvem, proporcionando um completo reconhecimento de cena, complementando a supervisão humana. Os drones não só reconhecerão a entrada não autorizada em um local, mas também identificarão precisamente quem é o intruso, graças à detecção de movimento e à análise do comportamento com base em dados biométricos, bem como reconhecimento facial. Além disso, os drones também podem ser usados no futuro da segurança pessoal, para cumprir o dever de sentinela autônoma (PECHARROMÁN, 2018).

Nota-se que a aviação vem se destacando com a ajuda das tecnologias e de sistemas inteligentes, com a perspectiva do futuro envolvendo todos esses sistemas percebe-se que a inteligência artificial ainda tem muito o que evoluir e auxiliar o homem.

CONCLUSÃO

A dependência e a importância da automação nas operações aéreas se fazem presente no dia-a-dia dos pilotos. A associação entre a inteligência artificial e a inteligência humana demonstra que um sistema inteligente é capaz de produzir o equivalente a um cérebro humano. Porém, ele não tem tanta autonomia para substituir o piloto em todos os comandos no *cockpit*.

O proposto trabalho buscou apresentar a inteligência artificial (IA) e sua relação com o homem, sempre evidenciando seus grandes impactos na aviação. Observou-se que os pilotos se sentem mais seguros voando com toda essa tecnologia autônoma presente nas aeronaves com vários aspectos da inserção da inteligência artificial nos dispositivos computacionais. Além de se observar esta inteligência nas aeronaves, existe também um grande avanço dessa autonomia nos terminais de passageiros, facilitando e agilizando o *check-in* e todo o processo de embarque nas aeronaves. Ela está presente no sistema de controle de tráfego aéreo auxiliando na organização das aeronaves e reduzindo a carga de trabalho dos controladores, faz parte da logística e do despacho de solo, e se encontra nos drones que vêm se desenvolvendo rapidamente. A hipótese levantada foi atendida, dado que a inteligência artificial se mostrou fator preponderante nas operações aéreas, auxiliando da melhor forma e eficiência possível o homem. Descobriu-se que o piloto é o maior responsável em tomada decisória em uma operação e que a máquina inteligente é apenas uma ferramenta de apoio.

Diante do estudo aqui apresentado, recomenda-se treinamento constante para os pilotos e colaboradores que se envolvem diariamente com sistemas autônomos, podendo sim elevar a segurança de voo e a capacitação da tripulação em lidar com toda essa automação nas aeronaves, sempre buscando em primeiro lugar a segurança de voo.

REFERÊNCIAS

ABAG. FAA certifica Autoland, sistema da Garmin de pouso automático, em Piper M600, 2020. Disponível em: <https://abag.org.br/2020/05/28/faa-certifica-autoland-sistema-da-garmin-de-pouso-automatico-em-piper-m600/>. Acesso em: 14 out. 2020.

BILLINGS, C. E. Aviation automation: The Search for a Human-Centered Approach. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1997. Disponível em: sunnyday.mit.edu/16.355/Billings.pdf. Acesso em: 15 out. 2020.

CENIPA. **Introdução de DISPLAYS ELETRÔNICOS DIGITAIS em Aeronaves de Pequeno Porte.** 2018. Disponível em: http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/arquivos/glass_cockpit_final.pdf. Acesso em: 11 out. 2020.

DE LELLIS ROSSI, Leonardo. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUA FILOSOFIA NO CENÁRIO ATUAL.** 1906. Disponível em: <http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/6c022b95462558e0fa1704739f58b866.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

DVORSKY, G. Inteligência artificial não é a solução para prevenir desastres aéreos, 2015. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/inteligencia-artificial-nao-e-a-solucao-para-prevenir-desastres-aereos/>. Acesso em: 13 out. 2020.

FLIGHTMARKET. Piper lança 3 novos modelos: M600, M500 e M350, 2015. Disponível em: <https://www.flightmarket.com.br/pt/detalhes-noticia/piper-lanca-3-novos-modelos-m600-m500-e-m350#:~:text=A%20su%C3%ADte%20G3000%20%C3%A9%20a%20%C3%BAltima%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de,de%20tabela%20de%20USD%202.82%20milh%C3%B5es%20nos%20EUA.> Acesso em: 14 out. 2020.

GARMIN. G3000, 2020. Disponível em: <https://buy.garmin.com/pt-BR/BR/p/66916>. Acesso em: 16 out. 2020.

GARMIN. G600, 2020. Disponível em: <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/6427/pn/010-0G600-00>. Acesso em: 16 out. 2020.

GOMES, Jerônimo Borba. Segurança de voo: tecnologia na operação da aviação civil. **Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual**, 2019. Disponível em: [https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7726/TCC%20vers%c3%a3o%](https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7726/TCC%20vers%c3%a3o%20)

20final%20%28Ci%c3%aancias%20Aeron%c3%a1uticas%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 out. 2020.

GUSMÃO, G. 5G: Entenda o que é e como ele pode mudar o mundo. Olhar digital, 2018. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/5g-entenda-o-que-e-e-o-que-pode-mudar-com-o-novo-padrao-de-internet-movel/77658>>. Acesso: 19 set. 2020.

HESPANHOL, Rafael Medeiros. Caracterização dos fatores contribuintes em acidentes de pequenas aeronaves da aviação geral brasileira utilizando inteligência artificial. 2016. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/20533/1/2016_RafaelMedeirosHespanhol.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

LIASCH, Jonas. **Tripulação X automação de aeronaves: quais são os riscos?** 2016. Disponível em: <http://culturaaeronautica.blogspot.com/2016/10/tripulacao-x-automacao-de-aeronaves.html>. Acesso em: 19 out. 2020.

MENDES, José Renato Ribeiro. 5G: a quinta geração. 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3866/1/CT_TELEINFO_2013_1_06.pdf. Acesso em: 21 out. 2020.

PECHARROMÁN, P. M.; VEIGA, R. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados.** 2018. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/images/publicacao_DRONES-20161130-20012017-web.pdf. Acesso em 25 out. 2020.

REVISTA EMBARQUE. Revisões do 5G para indústria da aviação. Disponível em: <<https://revistaembarque.com/seguranca-de-voo/sita-mostra-previsoes-do-5g-no-mercado-da-aviacao/>>. Acesso em: 19 set. 2020.

RICCO, Maria Filomena Fontes; DE ALMEIDA, Madison Coelho. Segurança de voo. **Revista da Escola Superior de Guerra**, v. 30, n. 60, p. 122-135, 2015. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RESG/article/view/1996/1603>. Acesso em: 17 out. 2020.

ROCHA, Raoni; LIMA, Francisco. Erros humanos em situações de urgência: análise cognitiva do comportamento dos pilotos na catástrofe do voo Air France 447. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 3, p. 568-582, 2018. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2018005010101&script=sci_arttext. Acesso em: 11 out. 2020.

RODRÍGUEZ, David Bernal. El sistema que revolucionó el concepto de la seguridad aérea. **TecnoESUFA: revista de tecnología aeronáutica**, v. 22, 2014.

ROHRSETZER, Tiago et al. 2045—O ano em que a máquina e o homem serão um só: Uma discussão sobre singularidade tecnológica e inteligência artificial. **Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social-ISSN 2594-7060**, v. 14, n. 1, 2017. Disponível em: <https://anais.eneds.org.br/index.php/eneds/article/view/494/452>. Acesso em: 23 out. 2020.

TEIXEIRA, João. **O que é inteligência artificial**. E-Galáxia, 2019. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=oDSZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=intelig%C3%A2ncia+artificial&ots=5GfwL5RpM-&sig=aAhc9wsgdq4WkogaktcBiojO7rU#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 12 out. 2020.

UBIRATAN, E. Inteligência Artificial pode pousar avião sozinho? Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/inteligencia-artificial-pode-pousar-aviao-sozinho-em-caso-de-emergencia_4746.html>. Acesso: 17 set. 2020.

VALENTIM, S. SENADO FEDERAL PROJETO DE LEI Nº 5051, DE 2019 Estabelece os princípios para o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8009064&ts=1594036674670&disposition=inline>. Acesso em: 21 out. 2020.

VIANA, P. Airbus A320neo da azul tenta pousar no Santos Dumont e recebe aviso de pista curta, 2020. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/airbus-a320neo-da-azul-tenta-pousa-no-santos-dumont-e-recebe-aviso-de-pista-curta/>. Acesso em: 22 out. 2020.